

**SISTEMA ELEVADOR DE CARGAS PARA PREVENCION DE ACCIDENTES Y
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

JONATHAN OTERO SANCHEZ

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2008**

**SISTEMA ELEVADOR DE CARGAS PARA PREVENCION DE ACCIDENTES Y
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

JONATHAN OTERO SANCHEZ

**Trabajo de pasantía como opción de grado para optar
al título de ingeniero Mecatronico**

**Director
HEBER GONZALEZ
Ingeniero Eléctrico**

**Asesor Externo
MANUEL ANTONIO DAZA
Tecnológico Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2008**

Nota de aceptación:

**Aprobado por el comité de grado
en cumplimiento de los requisitos
exigidos por la universidad para
optar al título de ingeniero
Mecatronico.**

ING. JOSE HARVEY JARAMILLO
Jurado

Santiago de Cali, 6 de Diciembre del 2008.

DEDICATORIA

Este titulo es dedicado a mi mama Ana por todo tu esfuerzo para mandarme a la universidad, en realidad eso fue un acto muy arriesgado pero aquí estoy, ma como yo te decía como sea terminamos vez no te dije cuentos, te amo mami, también esto va para las personas que siempre dudaron en que yo el vago como me decían llegaría hasta este peldaño tan importante en mi vida, de corazón les digo siempre estuve consiente de lo que hacia y no fue tan difícil en ultimas, gracias por dudar no hay mas satisfacción que demostrar.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todos los profesores que nos empaparon de conocimiento, de corazón muchas gracias, al señor Manuel daza, gracias mi pana por ayudarme tanto, valorarme y tratarme como una persona, a mi mama amparo gracias por estar siempre a mi lado con cansonerías, al ingeniero Heber González, gracias por su colaboración, sin usted esto no fuera sido posible, y a todas esas personas que se me escapan en este momento entiendan que aquí no se puede escribir mucho pero se les recuerda por todo lo bello y por todo aporte que para bien o para mal hicieron, muchas veces una mala intención o un mal comentario ayuda a que aclare el panorama, de toda experiencia por desagradable que sea queda algo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCION	18
1 OBJETIVOS	20
1.1 OBJETIVO GENERAL	20
2 PLANEACION DEL PROYECTO	21
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2.2 PLANTEAMIENTO DE LA MISION	22
2.4 ESPECIFICACIONES PRELIMINARES DEL DISPOSITIVO	25
2.5 JUSTIFICACION	26
3 FUNDAMENTACION DEL CONCEPTO	28
3.1 DESCOMPOSICION FUNCIONAL	28
3.1.1 Concepto de caja negra	28
3.1.2 Descomposición funcional	29
3.2 GENERACION DE CONCEPTOS	30

3.3 SELECCIÓN DE CONCEPTOS	32
3.4 COMBINACIONES PRESENTADAS ANTERIORMENTE	32
3.4.1 Análisis de viabilidad	32
3.5 LAS SIGUIENTES COMBINACIONES SON LAS SELECCIONADAS COMO VIABLES	33
3.5.1 Examen pasa/no pasa	33
3.5.2 Matriz de Tamizaje	33
3.5.3 Matriz de evaluación de conceptos	34
3.5.4 Examen pasa/no pasa	35
3.6 CONVERTIR ENERGÍA A MOVIMIENTO TRANSNACIONAL	35
3.6.1 Motor rotativo con transmisión	35
3.6.2 Análisis de viabilidad	35
3.6.3 Examen de pasa/no pasa	36
3.6.4 Análisis de viabilidad:	36
4 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	37
4.1 FUNCIONAMIENTO	37

4.2 RELACION ENTRE ELEMENTOS FISICOS Y FUNCIONALES	37
4.3 INTERACCIONES FUNDAMENTALES	37
4.3 INTERACCIONES FUNDAMENTALES	38
4.4 INTERACCIONES INCIDENTALES	38
4.5 DEFINICION DE LOS NIVELES (SISTEMAS CON SUBSISTEMAS	39
4.5.1. Sistema de tracción	39
4.5.2. Sistema de señalización y mando	39
4.5.3. Sistema de control (maniobra)	39
5 DISEÑO INDUSTRIAL	40
5.1 VALORACION DEL DISEÑO INDUSTRIAL	40
5.1.1. Ergonomía	41
5.1.2 Estética	42
5.2 DOMINIO DEL PRODUCTO	42
5.3 FACILIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	43
6 DESARROLLO DEL PROYECTO	44
6.1 ETAPA PRELIMINAR	44

6.2. MODELADO DEL SISTEMA	44
6.3 DEFINICION DEL CONCEPTO FINAL DE HARDWARE	46
6.3.1 Motorreductor	46
6.3.2 Conversor de movimiento	48
6.3.3. Selección de rodamientos	50
6.3.4 Selección de guaya	51
6.3.5 Estructura	53
6.3.6. Diseño de la cabina	57
6.4 CONCEPTO PROGRAMA DE CONTROL PARA HARDWARE	58
6.4.1 Contactores	66
6.4.2. Finales de carrera	68
6.4.3. Botoneras	68
6.5 ETAPA DE ACOMPAÑAMIENTO	69
6.6 ETAPA FINAL	69
7 CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFIA	72

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos del Cliente	23
Tabla 2. Interpretación, Establecimiento y Jerarquización de las necesidades del cliente	24
Tabla 3. Métricas de Requerimientos	25
Tabla 4. Matriz de Tamizaje	33
Tabla 5. Matriz de Evaluación de Conceptos	34
Tabla 6. Características de motorreductor	47
Tabla 7. Especificaciones del motorreductor	48
Tabla 8. Características de chumacera	50
Tabla 9. Especificaciones de chumacera browning VPS20	50
Tabla 10. Factor de seguridad guaya	51
Tabla 11. Especificaciones guaya	52
Tabla 12. Datos columnas después de simulación	56
Tabla 17. Elementos	66

Tabla 17. Especificaciones de Contactor	67
---	----

Tabla 18. Especificaciones de Contacto térmico	67
--	----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema elevador de cargas para prevención de accidentes y mejoramiento de la productividad	19
Figura 2. Caja negra	28
Figura 3. Descomposición funcional	29
Figura 4. Generación de conceptos combinación 1	31
Figura 5. Generación de conceptos combinación 2	32
Figura 6. Relaciones entre elementos	37
Figura 7. Interacciones fundamentales	38
Figura 8. Valoración de diseño industrial	41
Figura 9. Dominio del producto	42
Figura 10. Modelo del sistema	45
Figura 11. Motorreductor	48
Figura 12. Tambor	49
Figura 13. Chumacera browning VPS20	51

Figura 14. Procedimiento enrollado de guaya	52
Figura 15. Sistema de tracción implementado	53
Figura 16. Estructura a analizar con cargas y restricciones	53
Figura 17. Factor de seguridad columnas	54
Figura 18. Momento máximo	54
Figura 19. Factor de seguridad vigas	55
Figura 20. Desplazamientos	55
Tabla 13. Especificación de columnas	56
Tabla 14. Datos de viga después de simulación	56
Tabla 15. Especificación de vigas	57
Tabla 16. Propiedades del acero AISI 1020	57
Figura 21. Diseño e implementación de cabina	58
Figura 21. Distribución de elementos	59
Figura 22. Diagrama de fuerza	60
Figura 23. Diagrama de Control	61
Figura 24. Diagrama de Lógico	62

Figura 25. Contactor con protección térmica	67
Figura 26. Finales de carrera	68
Figura 27. Botoneras	69

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Plano caja.	73
Anexo B. Plano carrete.	74
Anexo C. Plano estructura.	75
Anexo D. Plano placa soporte.	76

RESUMEN

La elaboración del sistema elevador de cargas básicamente es el resultado del intento por solucionar la problemática que se estaba presentando en la empresa congelados el triunfo LTDA ubicada en la Cll 10 e # 43 -128 tel. 552 35 28, apoyados en el método de diseño estructurado fue posible la concepción de este producto, partimos de la identificación de una necesidad y con la articulación de esta oportunidad, mejoramos en un 100 % las condiciones de trabajo de los empleados, así como el despertar de un sentimiento tecnológico y la semilla de un mejoramiento continuo para la empresa.

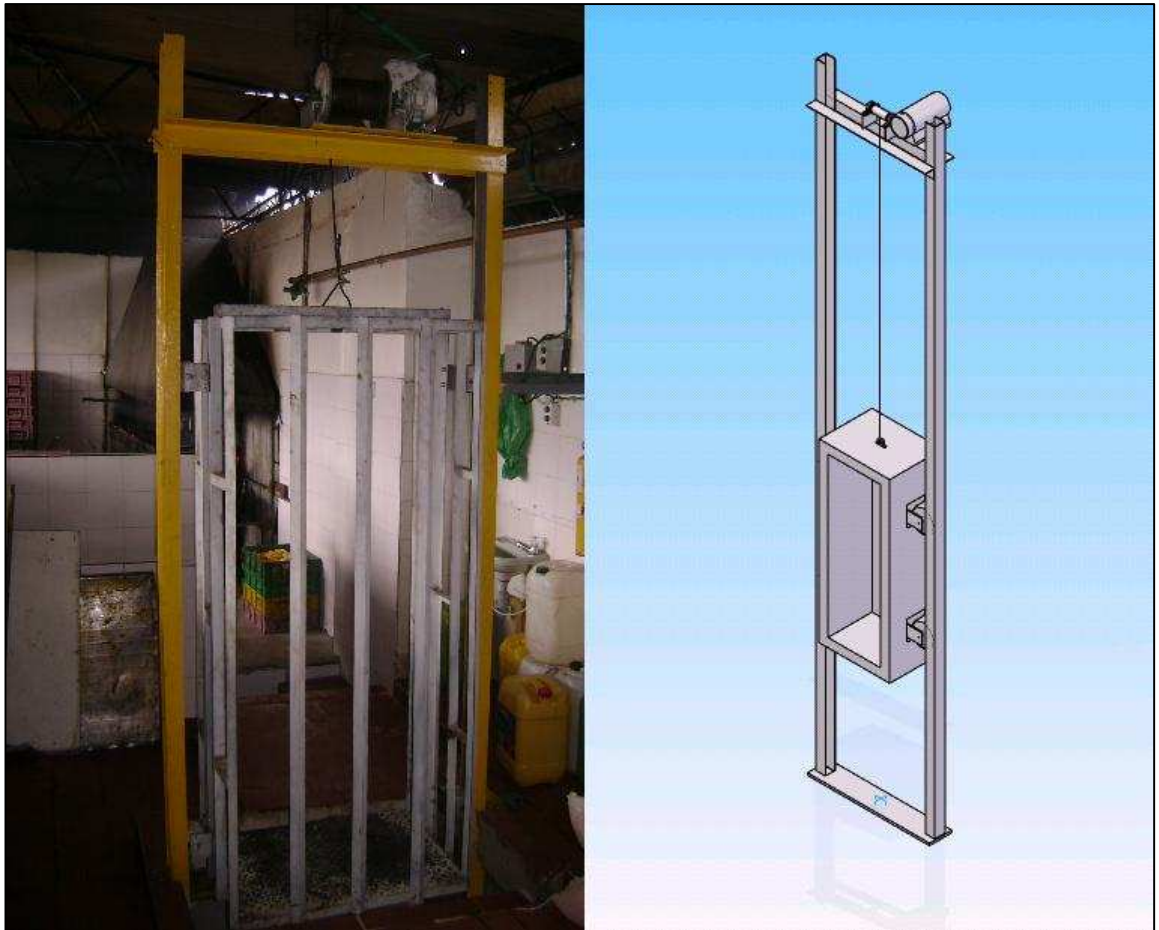
INTRODUCCION

En la actualidad la búsqueda de nuevas alternativas que permitan mejorar condiciones tanto para empleados como para la empresa es un aspecto que despierta curiosidad en personas innovadoras que trabajan en la identificación de necesidades que abren nuevas puertas y oportunidades para incursionar en el mercado con mejoras o con sobresalientes ideas que solucionan las problemáticas.

La empresa de congelados en el momento enfrenta una problemática seria debido a la administración de espacios, que limita la disponibilidad para hacer del entorno de trabajo un medio seguro para todos los colaboradores, las restricciones creadas por la inadecuada planificación de sus fundadores ahora comienzan a tomar fuerza, la bomba de tiempo a la cual se enfrenta la empresa es considerable, por este motivo la empresa esta en un afán de recopilar ideas que permitan dar solución a muchos de los problemas que a diario hacen el proceso engorroso y complicado.

El planteamiento y estructuración de este proyecto es una alternativa que revolucionara el interior de la empresa ya que se pretende iniciar un cambio evolutivo dentro de las instalaciones de la empresa, poniendo en acción actividades que permitan optimizar y automatizar procesos que ayuden al crecimiento continuo de la misma.

Figura 1. Sistema elevador de cargas para prevención de accidentes y mejoramiento de la productividad



1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema electromecánico elevador de carga, robusto, seguro y fácil de operar

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar un sistema elevador de carga con control automático aplicando estándares de seguridad normalmente aceptados utilizando lógica cableada desde tres estaciones de control las cuales deben tener mandos para:

Arranque.

Paro.

Arranque sostenidos.

- Diseñar un sistema que sea capaz de soportar y elevar 400kilos.
- Diseño de una cabina con medidas especificas ya que los elementos transportar son de medidas uniformes.
- Reciclar los materiales existentes en almacén de la empresa.

2 PLANEACION DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la pequeña industria de alimentos **Congelados el Triunfo S.A** presenta la siguiente problemática:

- El transporte de la materia prima hacia el área de producción
- El transporte del producto terminado hacia el área de refrigeramiento.

Los principales motivos para desarrollar el proyecto son:

- Reducir el índice de accidentalidad.
- Optimizar espacio de la planta.
- Implementar medidas de seguridad.

El desplazamiento de grandes cargas origina accidentes de trabajo, la planta cuenta con una administración de espacio que no es la apropiada y las condiciones iniciales no favorecen el proceso.

Se cuenta con una escalera con peldaños de 25 cm, además un suelo muy liso causado por la evaporización desmedida de aceite que presentan los quemadores ya que no tienen un control que permita tener el aceite en temperatura constante, es indispensable el desarrollo y la puesta en marcha de dicho sistema ya que el pago de incapacidades es alto y además adelantarnos a futuros problemas tales como indemnizaciones o pensiones.

Por otra parte se identificó que el mejoramiento continuo de las condiciones de trabajo de los empleados es un indicador positivo en el aumento de la productividad, lo que significa fortalecimiento y crecimiento tecnológico de la empresa.

- **El problema:** ¿Cómo desarrollar un sistema elevador de cargas que sea robusto y seguro para prevención de accidentes y el mejoramiento de la productividad.

2.2 PLANTEAMIENTO DE LA MISION

- **Descripción del Producto:** Sistema elevador de cargas inferiores a 500kg.
- **Principales Objetivos de Marketing:** Entrar a competir en el mercado de elevadores industriales en el primer semestre de 2009.
- **Mercado Primario:** Industrias que transporten verticalmente en su interior cargas superiores a 200kg.
- **Mercado Secundario:** Uso domestico.
- **Premisas y Restricciones**
 - Conexión trifásica.
 - Suministro de energía por medio servicios públicos.
 - Sistema fijo.
 - Adaptabilidad a necesidades del cliente.
 - Sistema económico.
 - Sistemas seguro.
 - Fácil operación.
 - Partes Implicadas: Usuarios, comerciantes, personal de producción y personal de ventas.

2.3 IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

Teniendo en cuenta que cada día se piensa en tratar de mejorar las condiciones de vida para los empleados de todas las empresas del mundo, donde la principal preocupación es erradicar el trabajo pesado y hacer del ambiente un lugar seguro y cómodo.

Después de observar y analizar las condiciones de trabajo de los empleados de la empresa en convenio, no son las mejores. La concepción del producto resulta un gran atractivo para iniciar un proceso de modernización dentro de la empresa.

La realización de entrevistas personalizadas a cada empleado así como los motivos de los propietarios para formalizar el desarrollo del producto, fueron útiles para encontrar las siguientes necesidades.

Tabla 1. Requerimientos del Cliente

Estamos en una planta de 3 niveles, es agotador bajar muchas veces al primer nivel en busca de insumos.
Todos los días tenemos que subir alrededor de 6 bultos de maíz y las escaleras no facilitan en nada el trabajo.
Un compañero tiene que bajar y subir más o menos 20 veces. El pobre termina muerto.
Por culpa de accidentes, a veces se pierde la producción del día de un empleado y eso son pérdidas.
Tenemos unas escaleras incómodas, inseguras y además las condiciones complican todo.
Si pudiéramos transportar los insumos más rápidamente, el tiempo ganado podría ser utilizado en cosas más productivas.
Al llegar la tarde, cuando es el momento de desplazar el producto terminado hacia el área de refrigeramiento que está en el primer nivel es una odisea, hay que bajar demasiadas veces con las manos ocupadas.
El suelo es muy liso, ya que se vierte constantemente aceite sobre él, eso es un factor que causa accidentalidad, y un día que no trabajemos es un perjuicio grande.
Estoy gastando mucho dinero en pagos por incapacidades y por eso nos complicamos todos.
Quiero que mi planta sea segura para los trabajadores, ellos son lo más importante en todo esto.
Necesito algo que sea muy asimilable ingeniero ya que el nivel de escolaridad de los trabajadores en muchos de los casos es de solo primaria.
Ingeniero que el mantenimiento pueda hacerse por cualquier persona especializada.
Acceso y desplazamiento de la cabina sea suave y seguro.

Tabla 2. Interpretación, Establecimiento y Jerarquización de las necesidades del cliente

El sistema transportador de carga es seguro.
El sistema transportador de carga facilita el trabajo a los colaboradores.
El sistema transportador de carga disminuye la contaminación cruzada.
El sistema transportador de carga reduce la accidentalidad.
El sistema transportador de carga aumenta la productividad.
El sistema transportador de carga evita posibles lesiones en los trabajadores.
El sistema transportador de carga evita el pago de incapacidades por accidentes de trabajo.
El sistema transportador de carga cuenta con un sistema de control asimilable para todo tipo de personas.
El sistema transportador de carga podrá ser tripulado por cualquier empleado.
El sistema transportador de carga facilitara el transporte de insumos.
El sistema transportador de carga facilitara el desplazamiento de la producción al área de refrigeramiento.
El sistema transportador de carga es de gran durabilidad y construido con componentes estándar.
El sistema transportador de carga facilita su mantenimiento.
El sistema transportador de carga tiene una cabina que aloja grandes volúmenes.
El transportador de carga tiene un recorrido vertical suficiente.
El transportador de carga no requiere de pozo ni sala de maquinas.
El transportador de carga cumple con la señalización apropiada que facilita su control.
El transportador de carga contiene diagramas suficientes que permiten el mantenimiento.
El elevador es disponible desde cualquier piso del edificio.
El sistema elevador de cargas tiene una ubicación estratégica.

El grado de importancia otorgado a cada una de las necesidades se estableció con un valor de 1 a 5, y las decisiones fueron tomadas con base en los objetivos del proyecto.

Tabla 3. Métricas de Requerimientos

# Métrica	Métrica	Import.	Unidad
1	Sistema de control dependiente de usuario.	5	Pulsos (voltios)
2	El elevador será manipulado directamente por el usuario.	5	Pulsos (voltios)
3	Numero de paradas permitidas.	4	Subj.
4	Recorrido máximo.	5	m
5	Alimentación estándar.	3	V
6	Carga nominal.	4	kg
7	Potencia máxima.	2	HP
8	Masa inicial sin carga.	2	kg
9	Señalización apropiada.	4	Subj.
10	Amplia distribución volumétrica interna	5	m ³
11	Velocidad nominal.	3	m/s
12	Dimensiones de la cabina personalizadas	4	cm

La importancia otorgada a cada una de las métricas del cuadro anterior, se definieron teniendo en cuenta las necesidades identificadas y un análisis realizado internamente en el grupo.

2.4 ESPECIFICACIONES PRELIMINARES DEL DISPOSITIVO

Para poder obtener las especificaciones preliminares del dispositivo se aplicó en método QFD, en el cual como primera medida se relacionaron las necesidades identificadas con las métricas establecidas.

Luego de esto se relacionaron sinérgicamente las métricas mencionadas, con algunos productos de la competencia (Benchmarking) y las necesidades presentadas, identificando cuáles productos suplen dichas necesidades y de qué manera lo hacen. Evaluando todo lo anterior, pudimos llegar a las siguientes especificaciones preliminares:

- Máxima carga 500 kg.

- Velocidad de desplazamiento 0.25m / s.
- Distribución interna 9.6 m³.
- Alimentación del sistema 220 v.
- Potencia del sistema 4 HP.
- Tara del sistema 70 kg.
- Cumple con las normas ASME A17.1.
- 2 estaciones de control Botones direccionales de presión continúa.
- Dimensiones de la cabina: (600 x 800 x 2000 mm).

2.5 JUSTIFICACION

El diseño de un elevador con medidas sugeridas es de gran importancia porque:

- Prevención de accidentes
- Mejoramiento continuo de infraestructura de la planta
- Disminución de gastos por pago de incapacidades
- Prevención en posibles pagos de pensiones o indemnizaciones
- Mejoramiento de condiciones para los empleados
- Aumento en la productividad
- El mejoramiento continuo de la infraestructura de la empresa es un aspecto que ofrece fortalezas a la hora de competir en un exigente mercado, la gestión tecnológica permite compararse con los competidores directos y de esta forma poder identificar aspectos que podemos fácilmente convertirlos en fortalezas.
- Con el desarrollo del elevador disminuyen en gran porcentaje la accidentalidad causada por el transporte de grandes cargas efectuadas por los empleados.
- Por parte de la empresa la concepción de este producto es indispensable ya que el pago de incapacidades se reduciría además en la actualidad se teme por

posibles indemnizaciones o pensiones por inactividad laboral, con el proyecto se pretende eliminar este temor.

- El mejoramiento de las condiciones laborales de los empleados, prácticamente el trabajo pesado será hecho por el elevador lo que es fundamental en el ahorro de tiempo y en el aprovechamiento del mismo en la producción, es determinante en las ambiciones de la empresa por aumentar significativamente la productividad.
- Algunas de las empresas dedicadas a la elaboración de este tipo de elevadores su ofrecimiento económico de menor valor encontrado lo hizo la empresa lennon de México el cual tiene un costo de **\$ 100.000.00** pesos mexicanos lo que al cambio en Colombia estaríamos hablando de unos **\$18.638.878,00** de pesos, libres de impuestos y costos de importación. Lo que representa un importante reto ya que el presupuesto de la empresa no es muy alto.

3 FUNDAMENTACION DEL CONCEPTO

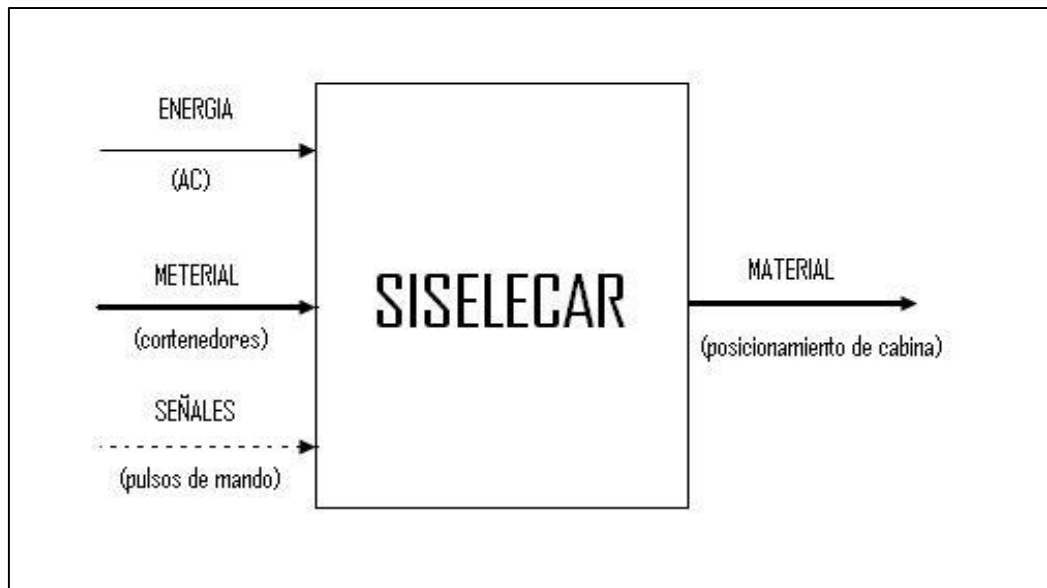
En este capítulo se le brinda al lector la comprensión del funcionamiento del sistema en su estructura funcional ofreciendo la posibilidad de adquirir criterios de juicio y que le permita valorar las condiciones previas al diseño del sistema.

3.1 DESCOMPOSICION FUNCIONAL

3.1.1 Concepto de caja negra: Para iniciar con el proceso de generación de conceptos, se retoma la descripción del producto, así como las necesidades identificadas del cliente, entre otros, en pocas palabras el método QFD es la herramienta principal para facilitar la generación de conceptos.

Se presenta a continuación la caja negra del producto con el cual se trata de entender el funcionamiento sistemático de los elevadores.

Figura 2. Caja negra

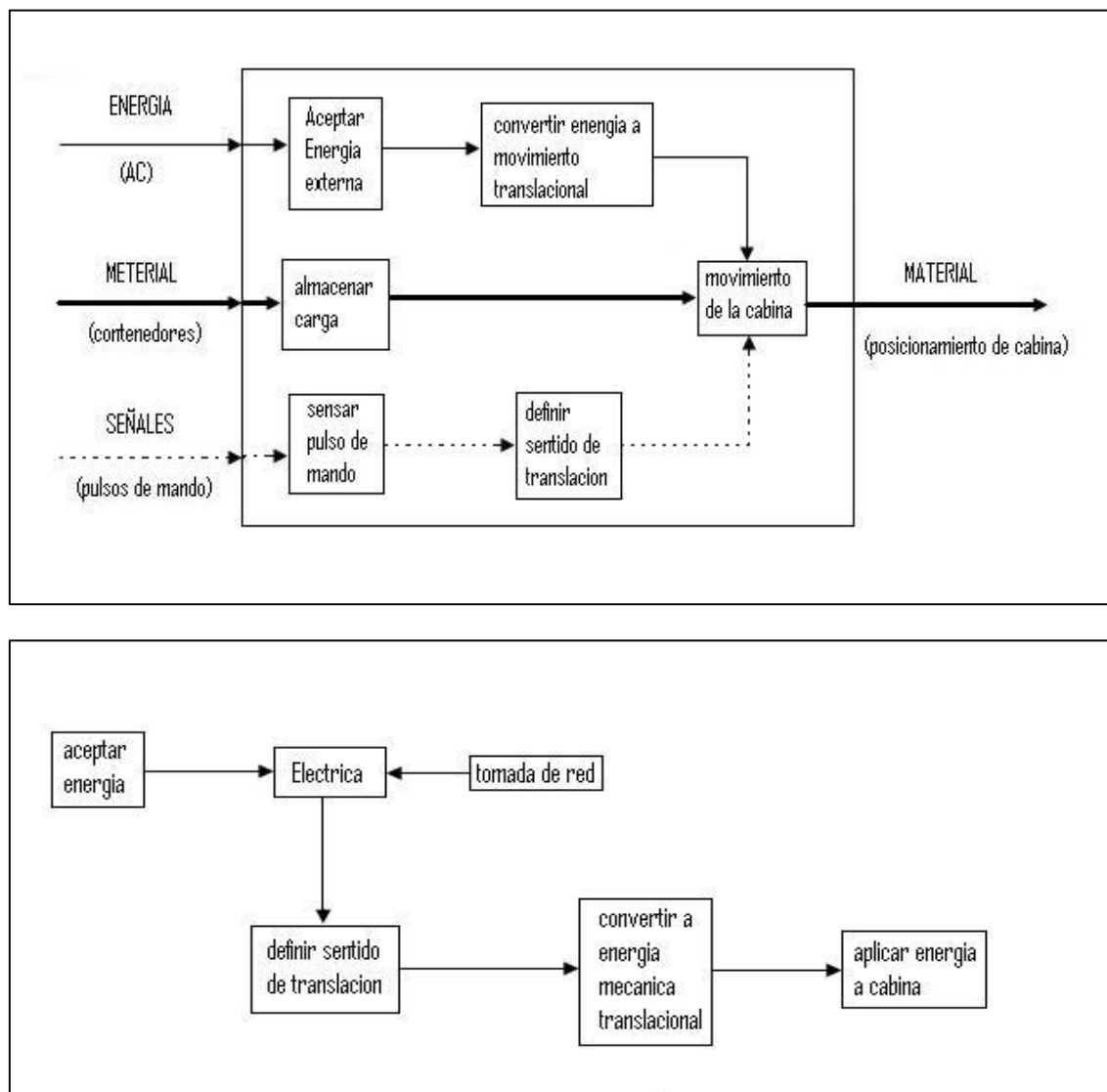


Teniendo claro cuáles son las entradas de nuestro sistema y que nos va a arrojar finalmente, realizamos un diagrama funcional que nos permite ver claramente todas las sub funciones del producto, lo que al final nos lleva a entender de forma

clara el funcionamiento de nuestro sistema y por ende facilitarnos la generación de los conceptos.

3.1.2 Descomposición funcional

Figura 3. Descomposición funcional



En este diagrama podemos ver que la llegada de energía eléctrica es la alimentación de todo el sistema, permitiendo su preparación o disposición de servicio. Esta entrada en conjunto con la entrada de las señales de mando son las encargadas de poner en funcionamiento el motor que es el encargado de efectuar la fuerza que mueve la cabina, donde se almacena el material que será transportado hacia el área de producción o en su defecto hacia el área de refrigeramiento.

3.2 GENERACION DE CONCEPTOS

Los conceptos generados a continuación, son los resultados de una búsqueda exhaustiva sobre el tema, así como de consulta con expertos entre otras:

- **Convertir energía a movimiento traslacional:**

- Motor rotativo con transmisión.

- **Movimiento de cabina:**

- Poleas.
- Engranajes.
- Cadena.

- **Censar pulso de mando:**

- Celdas fotosensibles.
- Botones direccionales de presión continua.
- Panel sensible al tacto.

- **Alimentación:**

- Fuentes externas
- Red eléctrica

- **Definir sentido de traslación:**

- PLC.

- Electrónica digital
- Lógica cableada o lógica relay.

Figura 4. Generación de conceptos combinación 1

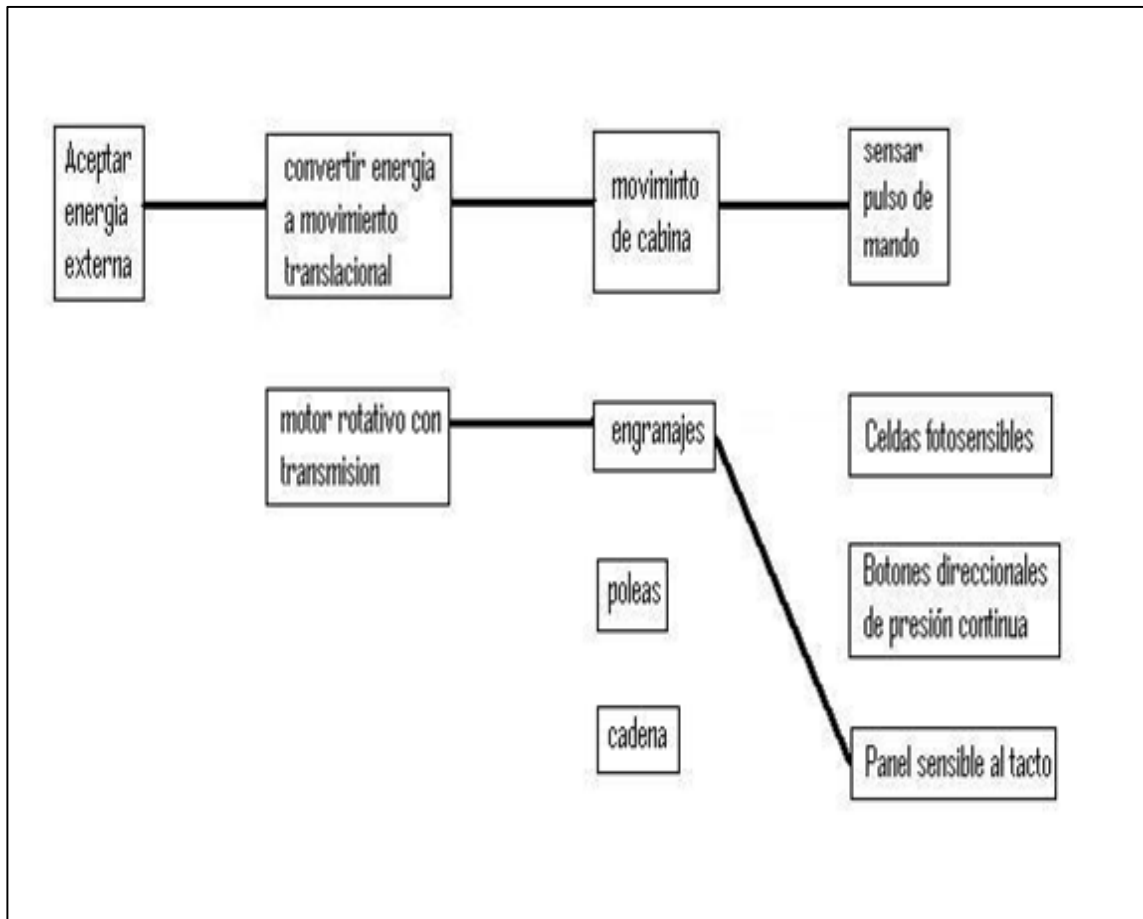
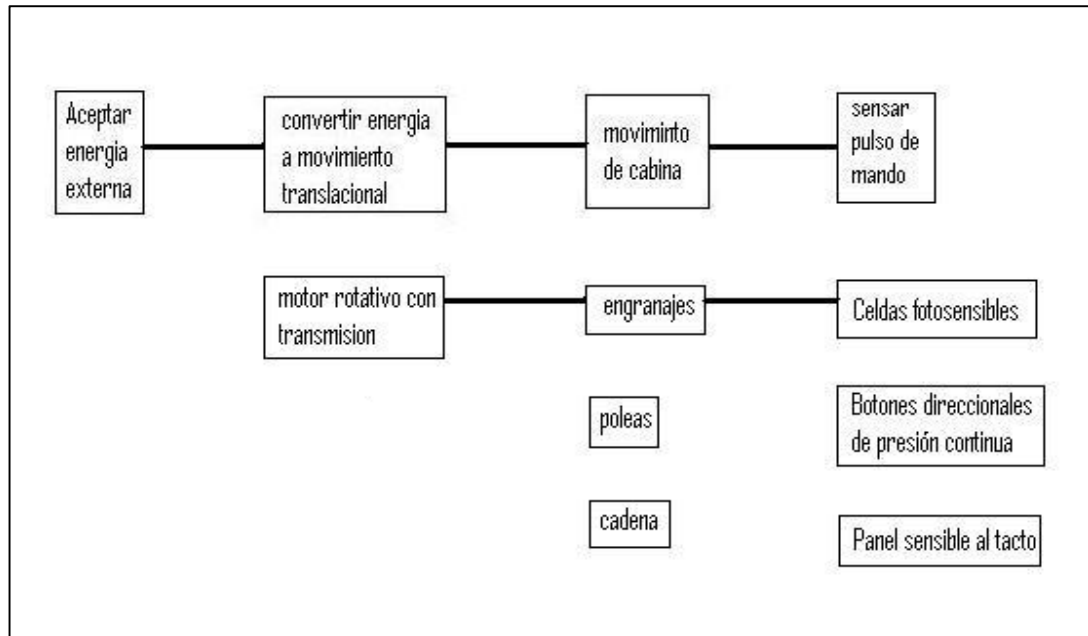


Figura 5. Generación de conceptos combinación 2



En esta parte del proceso se desarrollan todas las combinaciones posibles entre los conceptos, para enfrentarlas después a la selección de conceptos que es el punto donde se nos permite definir cual es la opción más acertada a la hora de cumplir con los requerimientos o necesidades del cliente.

3.3 SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Para la realización de esta etapa nos basamos en el benchmarking y la información externa e interna que se obtuvo durante la investigación y el análisis.

3.4 COMBINACIONES PRESENTADAS ANTERIORMENTE

3.4.1 Análisis de Viabilidad: Podemos afirmar que las combinaciones de conceptos no viables son aquellas que emplean componentes de alto nivel tecnológico como lo son las llaves que cuentan con celdas fotosensibles y panel sensible al tacto, ya que su implementación es compleja y al mismo tiempo incrementa los costos.

Tampoco son viables aquellas combinaciones que poseen electrónica digital, puesto que para obtener las acciones que necesitamos para desarrollar el control del elevador serian arreglos demasiado complejos.

Así mismo las combinaciones que poseen poleas, ya que resulta demasiado complicado tratar de implementarlas con todas las garantías de seguridad que necesitamos además no disponemos con un cuarto de maquinas.

3.5 LAS SIGUIENTES COMBINACIONES SON LAS SELECCIONADAS COMO VIABLES

- Motor rotativo con transmisión, botones direccionales de presión continua , cadena y Funcionamiento con lógica de relay
- Motor rotativo con transmisión, botones direccionales de presión continua, cadena y funcionamiento electrónica digital.
- Motor rotativo con transmisión, botones direccionales de presión continua, engranajes y funcionamiento electrónica digital.
- Motor rotativo con transmisión, botones direccionales de presión continua, engranajes y Funcionamiento con lógica de relay

3.5.1 Examen pasa/no pasa: Después del análisis, planteamos que todas las combinaciones pasan puesto que cumplen con las necesidades del cliente.

3.5.2 Matriz de Tamizaje

Tabla 4. Matriz de Tamizaje

Criterio de selección.	Variantes de Diseño			
	B	C	D	Ref.
Reducción de accidentalidad.	-	+	0	0
Disminución de contaminación cruzada.	0	0	0	0
Facilidad de manipulación.	0	0	0	0

Disponibilidad desde cualquier nivel .	+	0	+	0
Capacidad suficiente de carga.	0	0	0	0
Durabilidad.	-	0	-	0
Positivos	1	1	1	
Negativos	2	0	1	
Iguales	3	5	4	
Total	-1	1	0	
Orden	3	1	2	
Continua	no	si	si	

Para el desarrollo de esta matriz se utilizó como referencia la combinación A.

3.5.3 Matriz de evaluación de conceptos

Tabla 5. Matriz de Evaluación de Conceptos

		Variante de Diseño			
Criterio de selección.		C		D	
Necesidades	% Pond.	Nota	Pond.	Nota	Pond.
Facilidad de manipulación.	10	1	0.1	1	0.1
Disminución de contaminación cruzada.	25	5	1.25	5	1.25
Reducción de accidentalidad.	25	5	1.25	5	1.25
Disponibilidad desde cualquier nivel .	10	2	0.2	3	0.3
Durabilidad.	10	3	0.3	3	0.3
Capacidad suficiente de carga.	20	4	0.8	4	0.8
Total:		3.9		4	
		2		1	
		NO		Desarrolla	

- Sistema de control: Análisis de Viabilidad.

Teniendo en cuenta que en esta sub función los conceptos encontrados fueron:
Definir sentido de translación:

- PLC.
- Lógica cableada.
- Electrónica digital.

Podemos decir que los 3 conceptos son viables, ya que la tecnología para implementarlos ya se encuentra desarrollada y no son de gran complejidad.

3.5.4 Examen pasa/no pasa: Dentro de este análisis planteamos que solo el segundo concepto de lógica cableado o lógica relay pasa, ya que es el único que permite suplir las necesidades del cliente, pues los otros dos requieren elementos adicionales que pueden generar costos, incomodidad, entre otros, con esta opción podemos hacer el trabajo de una manera sencilla, rápida y fácil de asimilar a la hora de pensar en mantenimiento del sistema.

3.6 CONVERTIR ENERGÍA A MOVIMIENTO TRANSNACIONAL

3.6.1 Motor rotativo con transmisión: Resulta como única alternativa ya que gracias a sus características de fuerza, torque y adaptabilidad a distintos sistemas de transmisión es una opción que se acopla a todas nuestras necesidades.

- **Movimiento de cabina**

- Poleas.
- Engranajes.
- Cadena.

3.6.2 Análisis de viabilidad: De acuerdo a la experiencia propia y los conocimientos adquiridos, se puede afirmar que la opción más viable es el sistema de engranajes, porque hace el trabajo de manera acertada además no requiere de mucho espacio y podemos lograr relaciones provechosas para los objetivos, con

un sistema de cadena podríamos lograr cosas importantes, el sistema de poleas queda descartado ya que no contamos con un cuarto de maquinas.

3.6.3 Examen de pasa/no pasa: Podemos decir que para este caso el segundo concepto es el que definimos como ganador ya que nos facilita el trabajo enormemente, son componentes estándar y es adaptable en un espacio pequeño, por el contrario la implementación de una cadena requiere de un diseño innovador de algunas partes para poder implementarlo por esta razón no pasa.

- **Censar pulso de mando**

- Celdas fotosensibles.
- Botones direccionales de presión continua.
- Panel sensible al tacto.

3.6.4 Análisis de viabilidad: Las tres opciones son viables, pero la primera y la tercera son de gran valor tecnológico lo que significa incremento en costos, para este caso los botones tienen un atractivo especial ya que son de muy bajo costo y son de gran ayuda a la hora de incorporarlos con el sistema de control.

4 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

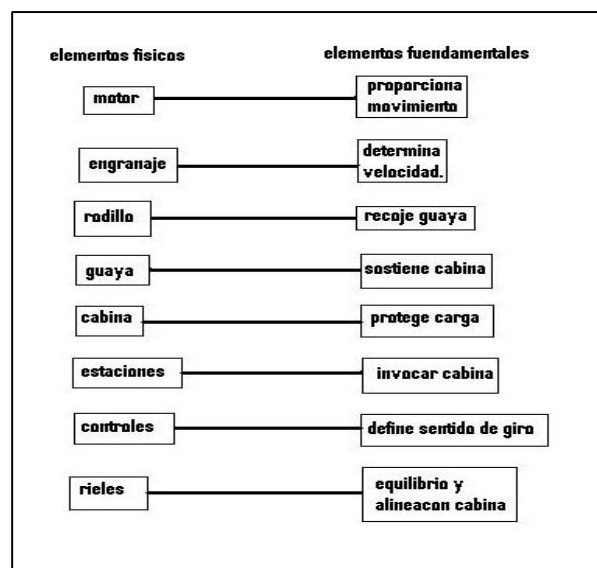
4.1 FUNCIONAMIENTO

El usuario pulsara un botón del panel el cual envía una señal al sistema de control que estará diseñado en lógica relay, en el momento de la pulsación se cierran y se abren contactos que son los que definen el sentido de giro del motor, cuando esta señal llega al motor, este impulsa un engranaje tipo sinfín corona que esta acoplado a un rodillo que es el encargado de envolver la guaya que sujeta la cabina, esta cabina se encuentra alineada con un riel de transporte el cual la mantiene en equilibrio, empotrada y sirve como guía de la cabina.

4.2 RELACION ENTRE ELEMENTOS FISICOS Y FUNCIONALES

De la figura 6 podemos decir que la arquitectura de nuestro producto es modular ya que no solo podemos separar cada uno de los elementos que lo componen sino que además cada uno de ellos realiza funciones específicas e independientes.

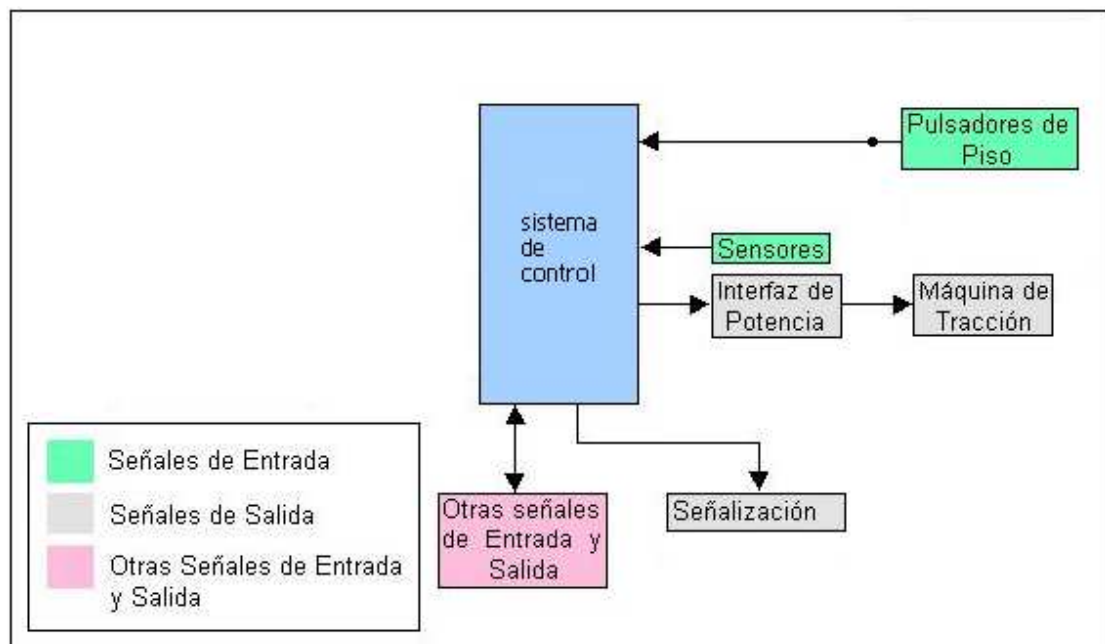
Figura 6. Relaciones entre elementos



4.3 INTERACCIONES FUNDAMENTALES

En este diagrama se puede observar las relaciones (físicas, señales) que existen entre los elementos que conforman el sistema.

Figura 7. Interacciones fundamentales



4.4 INTERACCIONES INCIDENTALES

Existía un temor por una interacción incidental que era la corriente parasita generada por el aislamiento de la masa del motor y el neutro del sistema, este temor salió a relucir por la falta de un neutro en la red trifásica de la empresa, este problema fue solucionado integrando un polo a tierra a la red eléctrica el cual sirvió para aterrizar la masa del motor y al mismo tiempo aislarlo de la estructura que estaba siendo afectada por la corriente parasita debida a la falta de un neutro, otra interacción incidental que se pensó que podría afectar el funcionamiento del sistema fue la posible vibración provocada por el motor ya que esto puede llegar a desajustar los ejes y traer lesiones para los engranajes del sistema de tracción, pero esta afección por así llamarla fue solucionada aferrando sobre bases firmes

el motor y sometiéndolo a un mantenimiento preventivo con una frecuencia de una vez por mes.

4.5 DEFINICION DE LOS NIVELES (SISTEMAS CON SUBSISTEMAS)

Un ascensor está constituido, independientemente del tipo, por una cabina para transportar verticalmente carga y/o pasajeros impulsados y controlados por tres sistemas.

4.5.1. Sistema de tracción: Es el encargado de ordenar el movimiento de las cabinas de ascensores o montacargas, maneja la secuencia de movimiento de acuerdo al tipo de máquina tractora.

4.5.2. Sistema de señalización y mando: Es el encargado de recibir órdenes de usuario y proporcionar información visual para los mismos. Esta conformado por, botoneras, señales sonoras, etc.

4.5.3. Sistema de control (maniobra): Se denomina sistema de control o maniobra al que realiza las siguientes funciones: Dar la orden al sistema de tracción de marcha en las dos direcciones y la orden de parada de la cabina.

Comprobar el cumplimiento de los requisitos impuestos por el sistema de seguridad, antes de poner en marcha el ascensor, registrar las llamadas de los usuarios, y las plantas a las que corresponden, para atenderlas en la secuencia determinada por el tipo de control.

De acuerdo a las especificaciones concretas que presenta un ascensor de carga, la maniobra más utilizada a nivel mundial es la maniobra universal, dado que por sus características de atender solamente una llamada a la vez: el ascensor viaja siempre directamente a su planta de destino, no dando lugar a paradas intermedias cuando va cargado, para tal efecto dispone en la cabina de pulsadores para cada piso, mientras que en los pisos existe un pulsador de llamada del ascensor.

5 DISEÑO INDUSTRIAL

Al ser cada día las tecnologías más avanzadas y los mercados más competitivos, nos vemos en la necesidad de obtener nuevas ideas tecnológicas más versátiles y con más capacidades, lo cual solo es posible satisfacer con la industrialización de las empresas y la adquisición de maquinaria, sin embargo por falta de recursos se opta por invertir en el mejoramiento e incremento de las condiciones de desempeño de máquinas que ya hacen parte de empresas esto por el afán de optimizar procesos que quizás no son aprovechados de la mejor manera y que de alguna manera frenan el mejoramiento productivo.

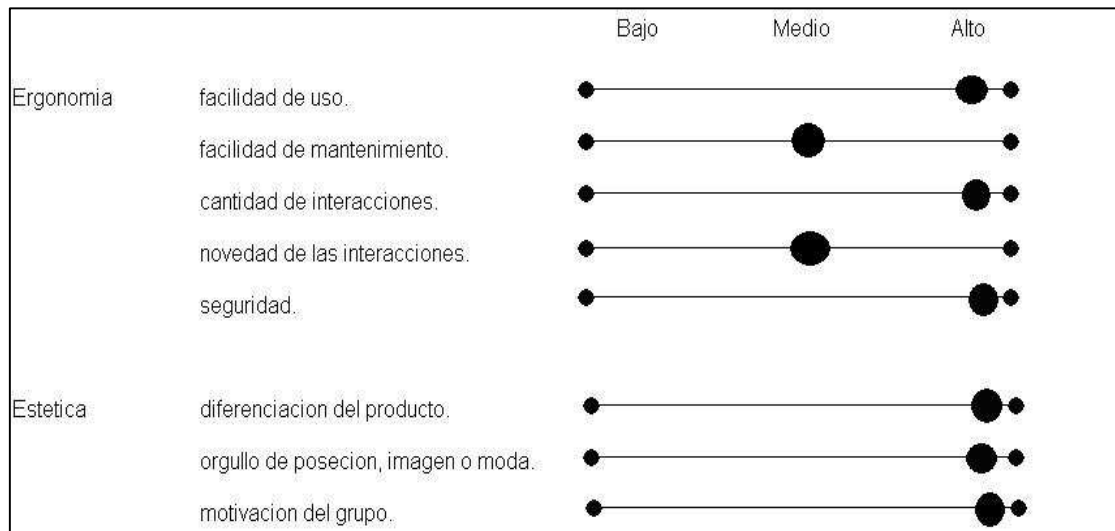
5.1 VALORACION DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Dentro de la valoración se deben incluir consideraciones de carácter estético, de su eficiencia funcional, de la adecuación productiva y comercial, además que resulte fácil de mantener y reparar; debe poder fabricarse de forma económica y con el costo ecológico más bajo posible, además de poseer un aspecto atractivo (impactante) debe también ser su costo atractivo. El enfoque y métodos empleados en el diseño industrial tienen que responder a una gama muy amplia de intereses y preocupaciones, por tal hecho al realizar este ejercicio se logra sacar a relucir esos detalles que llegan a ser determinantes a la hora de evaluar todos los aspectos que se tienen dentro de la disciplina del diseño industrial.

Actualmente el diseño industrial recoge otros aspectos como optimización de materiales, criterios técnicos de comportamiento de los objetos, mejora continua de los productos y nuevas prestaciones de los mismos.

Estas consideraciones son de gran importancia pues resaltan aspectos como la facilidad de uso, la calidad de las interfaces con el usuario, la seguridad y la apariencia física, características de suma importancia para el usuario final y que brindan un valor agregado al producto.

Figura 8. Valoración de diseño industrial



En el grafico anterior se puede observar la calificación que se le asigno a cada una las necesidades ergonómicas y estéticas del sistema elevador de carga.

5.1.1. Ergonomía

•**Facilidad de uso:** se le asignó una calificación alta ya que consideramos que es muy importante que el usuario pueda manipularla sin complicaciones, por tal motivo se va a utilizar un panel de control bien señalizado.

•**Facilidad de mantenimiento:** se le asignó una calificación media ya que la importancia de este ítem no la estamos enfocando en el usuario si no en el técnico especializado en dicho tema, esto se ve reflejado en la fácil extracción de los motores y fácil acceso al circuito de control.

•**Cantidad de interacciones:** se le asigno una calificación alta porque se busca que el usuario interactué todo lo que necesite con el elevador estamos haciendo énfasis para erradicar el trabajo pesado de la empresa

•**Novedad de las interacciones:** se le asigno una calificación media ya que el proyecto no incluye el desarrollo de muchos componentes, por el contrario se busco hacer uso de componentes estándar que faciliten su concepción a la hora de agrupar y ensamblar partes.

- **Seguridad:** se le asignó una calificación alta ya que se consideró que la seguridad es un punto muy importante para el usuario, puesto que esto le brinda tranquilidad en el momento de utilizar el dispositivo.

En este proyecto se tuvo mucho enfoque en este punto, ya que se le brindó prioridad a la seguridad antes de muchas variables.

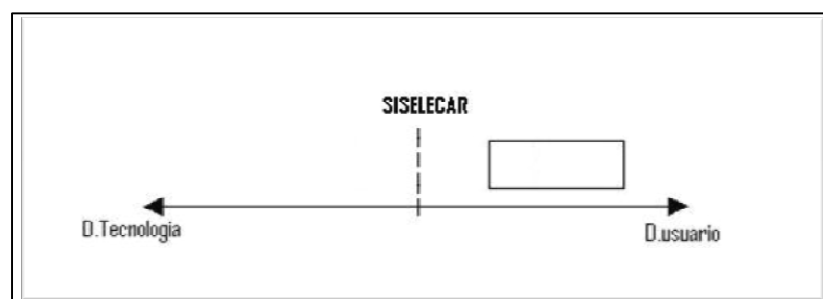
5.1.2 Estética

- **Diferenciación del producto:** se le asignó una calificación alta ya que buscamos que nuestro diseño sea original además tratamos de acoplarlo específicamente a la empresa.
- **Orgullo de posesión, imagen o moda:** se le asignó una calificación alta ya que es el primer paso de automatización con el que cuenta una empresa donde prima la manufactura, y para los usuarios ver una máquina que facilita en tanto su trabajo es motivo de real orgullo.
- **Motivación del grupo:** se le asignó una calificación alta ya que el grupo se siente muy motivado porque estamos desarrollando un producto Mecatrónico.

5.2 DOMINIO DEL PRODUCTO

El producto tiende más hacia el dominio del usuario que al de la tecnología, se busca una penetración entre la máquina y los usuarios para que la usen en todo momento.

Figura 9. Dominio del producto



5.3 FACILIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACION

El mantenimiento del sistema elevador de cargas esta pensado para que se realice con una frecuencia semestral donde debe ser inspeccionado como primer lugar el sistema de traccion, la lubricacion del motor, la lubricacion y seguimiento de la integridad de la guaya de amarre, el mantenimiento para los sistemas de mando y control son en su totalidad correctivos, no hay forma de hacerle seguimiento o saber cuando o porque razones pueden fallar los botones de mando, o los contactos que componen el sistema de control.

Todas las guayas se deterioran en servicio y su capacidad de trabajo va disminuyendo gradualmente, por estas razones las inspecciones periodicas son criticas ya que con estas revelan el estado de una guaya en un momento dado y de esta manera indicar la necesidad de reemplazo, ademas revela si el uso del mismo esta siendo apropiadamente para evitar desgastes prematuros, para elemento de elevacion es recomendable una inspeccion cada seis meses.

Para el motorreductor el nivel del aceite debe comprobarse regularmente, mínimo una vez al mes; el agujero de ventilación debe mantenerse siempre limpio.

En el reductor nuevo después de las 200 horas iniciales de funcionamiento debe Cambiarse el aceite realizando un lavado con ACPM; los posteriores cambios se harán entre las 1500 y 2000 horas de trabajo.

6 DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se dará a conocer la evolución del proyecto del diseño del sistema elevador de cargas para la prevención de accidentes y mejoramiento de la productividad, el cual fue concebido en las instalaciones de la empresa CONGELADOS EL TRIUNFO SA, donde será visto y evaluado finalmente.

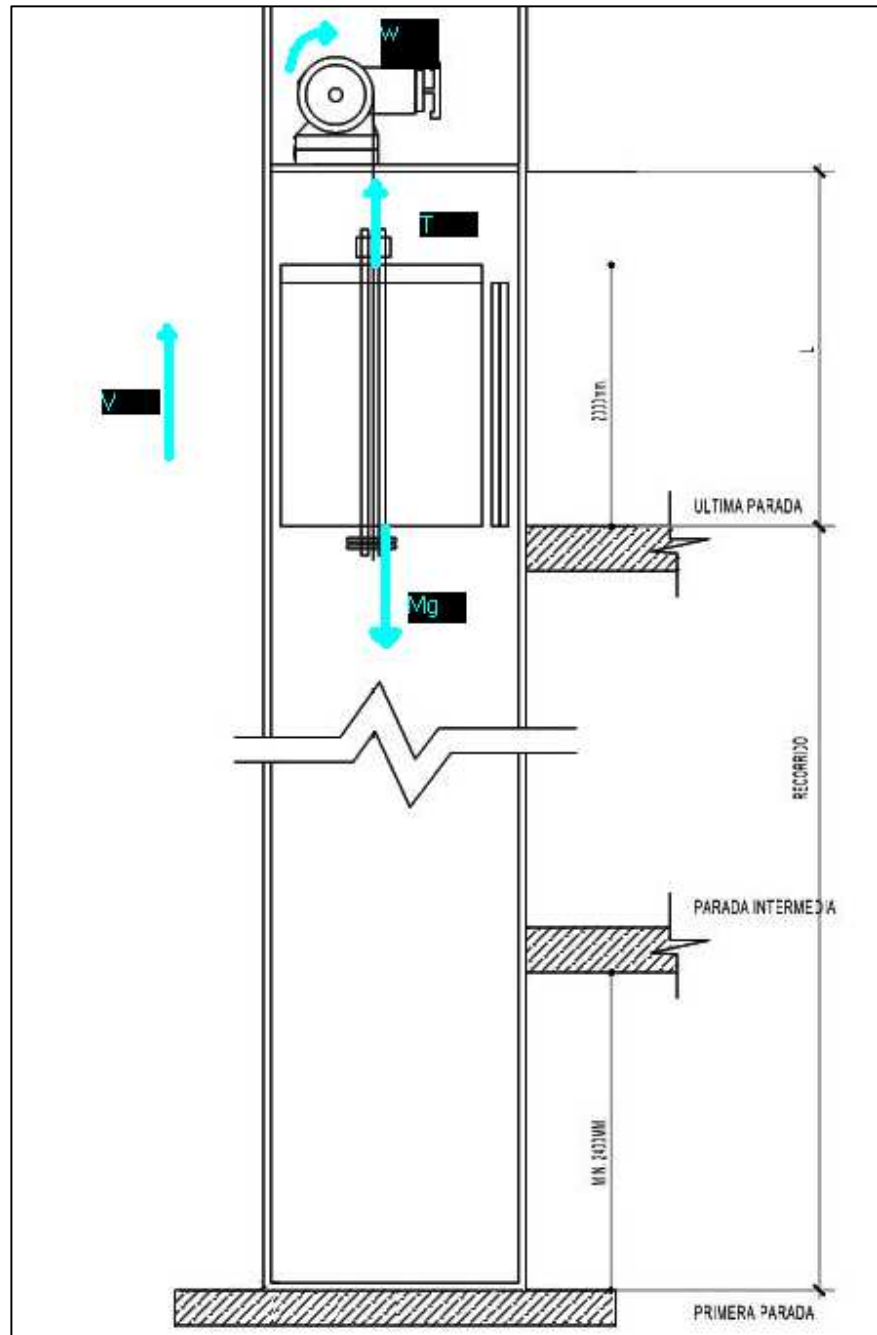
6.1 ETAPA PRELIMINAR

Una vez analizados todos los aspectos contemplados en cada uno de los capítulos anteriores en los cuales se evidenciaron las distintas fallencias que presenta la fábrica por la distribución de espacios, problemas eléctricos y demás aspectos analizados luego de realizada la propuesta inicial presentada a la gerencia se acordó una serie de aspectos a implementar que posibilitan el cumplimiento de los objetivos y una luz que posibilite la implementación del proyecto.

6.2. MODELADO DEL SISTEMA

Inicialmente se optó por el análisis físico de todo el sistema, lo que nos llevó a confrontar la investigación inicial con la realidad basada en normas y estándares con los cuales como ingenieros actuales y globales estamos obligados a trabajar.

Figura 10. Modelo del sistema



La figura anterior diseñada en el programa de diseño AUTOCAD muestra un modelo aproximado de la solución, con las fuerzas aplicadas sobre el mismo y los diferentes sentidos de movimiento, el acertado análisis de este sistema fue útil

para la determinación de componentes como lo son el material de las columnas y vigas, la potencia del sistema, tensión sobre la guaya, carga total aplicada, torque necesario para el desplazamiento de la cabina.

Partimos del supuesto que el sistema se encuentra experimentando un momento donde su carga es máxima, desplazándose a la velocidad reglamentada para el transporte de carga vertical 2 m / 6 seg, según normas ASME A17.1.

$$\begin{aligned} Q &= 500 \text{ Kg.} \\ V &= 0.33 \text{ m / seg.} \\ g &= 9.8 \text{ m / s} \\ F.s &= 60\% \\ R &= 112.9 \end{aligned}$$

Con estos dos datos encontramos la potencia necesaria para el funcionamiento del sistema.

$$P = \frac{Q * g * V}{F.s}$$

$$T = Q * g$$

$$M = T * R$$

$$\begin{aligned} P &= 2695 \text{ w} = 3.6 \text{ HP} \\ M &= 553.7 \text{ Nm} \\ T &= 4900 \text{ N} \end{aligned}$$

Estas son las magnitudes necesarias para realizar los cálculos del motorreductor, cable de tensión, rodamiento, tambor conversión de movimiento, par de arranque del motor y la estructura del sistema.

6.3 DEFINICION DEL CONCEPTO FINAL DE HARDWARE

Gracias al estudio que se le realizó al sistema en los capítulos anteriores se investigaron múltiples soluciones que cumplen con los requerimientos del cliente, se inicio con el hardware en el cual se elaboraron distintas ideas que nos ocasionaron buenos resultados. A continuación se detallará cada una de las ideas planteadas y los errores obtenidos.

6.3.1 Motorreductor. Existen fórmulas sencillas que nos facilitan la elección de un motor, en función de la máxima potencia que se pretende desarrollar, esto da

lugar a que para el servicio normal resulte una potencia exagerada, ya que el valor máximo se requiere raramente. Claro que hay que prever la potencia con amplitud para eliminar averías por calentamiento exagerado, pero también hay que tener en cuenta que el precio del motor resulta mayor cuanto mayor sea la potencia y que las dificultades de regulación también aumentan al aumentar la potencia. Por todo esto la determinación de la potencia deberá ser lo más exacta posible.

No escogeremos el motor en función de la potencia máxima a desarrollar sino de acuerdo con el término medio del valor de la carga. La carga máxima solo la utilizaremos como comprobación de que el motor escogido tiene un par motor suficiente para los casos en que la carga pueda alcanzar su valor máximo.

El primer paso para la escogencia del motor es analizar el entorno en el cual trabaja, con este análisis pudimos tomar la decisión acerca de las características de construcción del motor, en este caso es de construcción abierta la cual es más barata y tiene la ventaja de una fácil conservación ya que inducido, cojinetes y escobillas son fácilmente accesibles.

El motor o en su conjunto motorreductor es el encargado de suministrar el movimiento a nuestro sistema, controlado por un sistema de mando este desplaza la carga a donde sea necesario, Sujetos a normas y estándares internacionales, y con la ayuda de las especificaciones finales encontramos un motor con las siguientes características, en los documentos anexos encontramos los cálculos referentes a los datos de la siguiente tabla.

Tabla 6. Características de motorreductor

Potencia	3.6 HP
Velocidad	1800 RPM
Torque mayor a	84,42 mkg
Reductor de	1:64
Conexión a red trifásica.	

Con los siguientes datos y las recomendaciones recopiladas en la investigación acerca de consideraciones a tener en cuenta a la hora de la escogencia del motor o en su conjunto el motorreductor como tal, procedimos a buscar en los diferentes catálogos un ejemplar comercial el cual se ajuste a estas restricciones o en su defecto supla las exigencias del diseño ver en documentos anexos modelo MH-110 De la marca chilena ITAL, dicho ejemplar cumple con nuestras peticiones.

Figura 11. Motorreductor



Tabla 7. Especificaciones del motorreductor

Potencia	4 HP
Velocidad	1400 RPM
T Nm	635
Reductor de	1:50
Conexión a red	Trifásica.
Tipo engranaje	Sinfín – corona
Eje	20mm

Al no encontrar una potencia de 3.6HP comercial entramos a buscar un equilibrio entre las diferentes especificaciones para la escogencia del motor en este caso la velocidad de salida del motorreductor resulta un argumento clave para llegar a la decisión de la selección de esta referencia, al disminuir la relación de engranes y reducir la velocidad de entrada encontramos la misma velocidad de salida con una potencia de 4HP.

6.3.2 Conversor de movimiento. Para garantizar que la relación existente entre la velocidad lineal que experimenta la carga y la velocidad angular que proporciona el motor se cumpla, fue necesario pensar en un acople que por

medios mecánicos facilite la conversión entre estas velocidades, para esta tarea se optó por la implementación de un tambor, el cual será adaptado al motor y será el encargado de recoger la guaya que sujeta la carga.

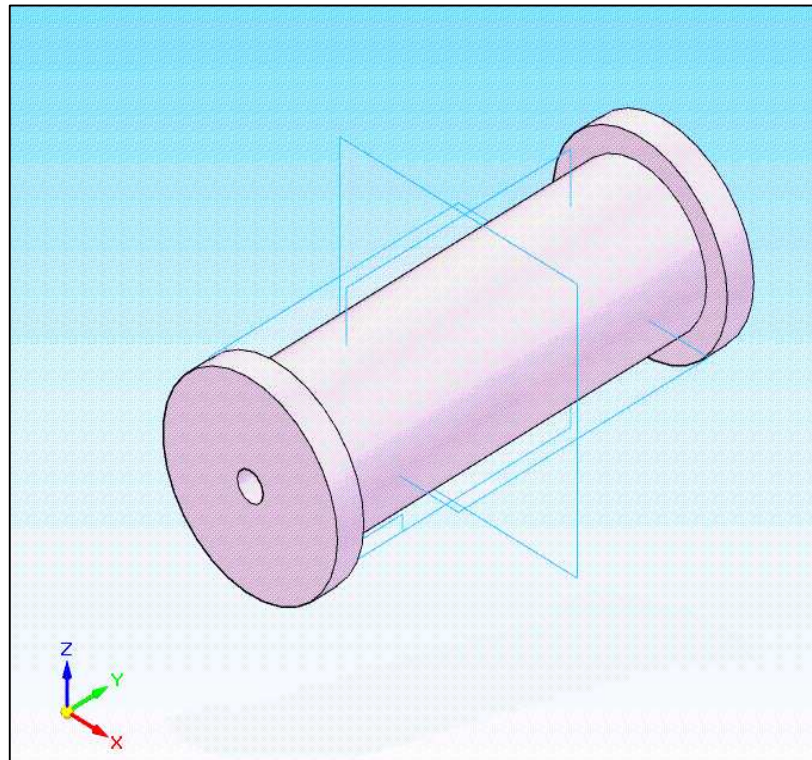
$$W = 28\text{RPM} = 0.467\text{RPS}$$
$$V = 0.33 \text{ m / s}$$

Sabemos que la relación existente entre estas velocidades depende de un radio de acción.

$$V = RW$$
$$R = 0.71 \text{ m / rev}$$
$$R = 112.9 \text{ mm}$$

El radio resultante de este análisis es el utilizado para el diseño del tambor, para la función de conversión de movimientos, fue necesario diseñar un sistema que permitiera acoplar de la manera mas precisa posible el eje del motorreductor que en este caso es de 20mm, con el tambor apenas desarrollado, esto fue implementado con el uso de dos chumaceras las cuales son el apoyo y las encargadas de soportar la carga en todo momento.

Figura 12. Tambor



6.3.3. Selección de rodamientos.

Tabla 8. Características de chumacera

Diámetro eje	20 mm
Capacidad dinámica	4900 N
Capacidad estática	4900 N
RPS	0.467

Del fabricante browning en su catalogo encontramos, una referencia VPS20 que presenta las siguientes especificaciones.

Tabla 9. Especificaciones de chumacera browning VPS20

Diámetro eje	20 mm
Capacidad dinámica	11600 N
Capacidad estática	6400 N
RPS	20

En cuestión de soportar carga en movimiento esta referencia se encuentra sobredimensionada pero es la carga mínima y resulta para nuestra aplicación un incidente fortuito ya que trabajara sin esfuerzo alguno.

Figura 13. Chumacera browning VPS20



6.3.4 Selección de guaya. Para cada aplicación de izamiento existen muchas opciones que pueden ser utilizadas, sin embargo es necesario evaluar las características individuales de cada cable para de esta manera hacer la selección apropiada.

Al seleccionar un cable para cualquier aplicación es necesario conocer la carga de trabajo segura. Por definición sabemos que la carga de trabajo es la fuerza maxima que puede soportar una guaya trabajando en usos normales, cuando la tension se aplica en linea con respecto al su eje central. Por lo tanto el factor de seguridad es una relacion numerica que denota la capacidad teorica de la guaya.

Coeficiente de seguridad = Carga de ruptura/Carga de trabajo

Tabla 10. Factor de seguridad guaya

Tipo de servicio	Coeficiente de seguridad
Amarres, riendas (riostros y vientos), guayas estaticas, en general	3.5
Guayas principales de puentes colgantes.	3.5
Guayas para equipo general de izamiento.	5
Eslinjas de guaya.	5
Guayas expuestas al calor.	9
Guayas de extraccion de minas.	10 a 12
Guayas de elevadores de baja velocidad para transporte de personal y carga.	10 a 12
Guayas de elevadores de alta velocidad para transporte exclusivo de personal.	12 a 24

Utilizamos una guaya con alta resistencia a la fatiga ya que el trabajo en frio ocasionado por el enrollamiento ciclico de la guaya puede llegar a ocasionar microgrietas en los alambres de la guaya hasta que esta se fractura, la selección de esta guaya se realizo en base a catalogos comerciales de la empresa ag continental.

Tabla 11.Especificaciones guaya

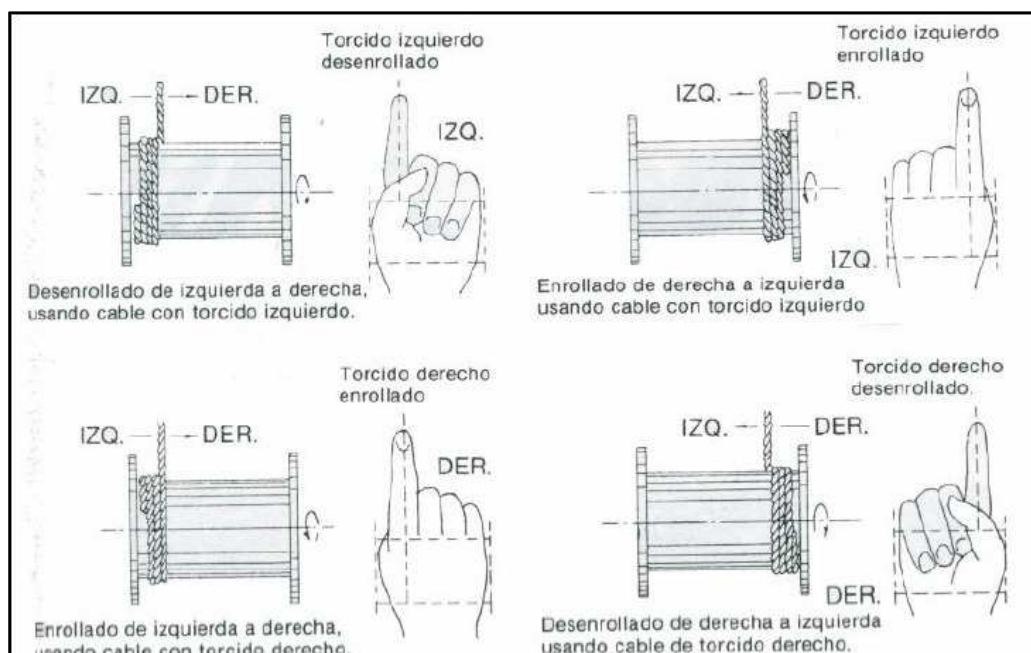
Diametro	3/8`
Contruccion	6 x 36 SFW
Carga de ruptura	6.47T.M
Resistencia fatiga	Alta.

El enrollamiento inadecuado del cable en el tambor puede provocar problemas de aplastamiento o deformaciones en el cable.

Para evitar estos inconvenientes es necesario realizar el enrollado de acuerdo a las condiciones de fabricacion y de operación del mismo.

Para ello se recomienda el procedimiento sencillo explicado a continuacion.

Figura 14. Procedimiento enrollado de guaya



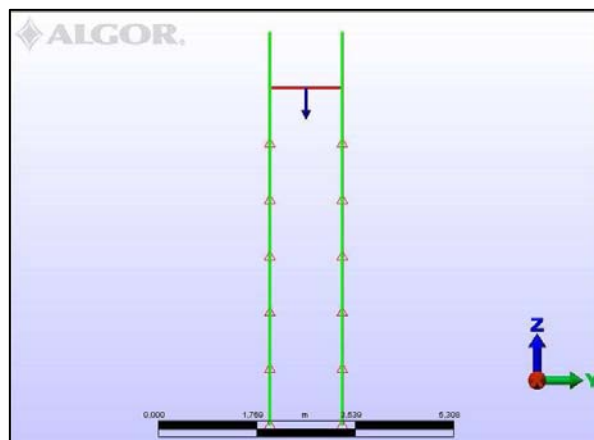
En la siguiente figura podemos analizar el conjunto ensamblado de lo diseñado hasta el momento en la etapa de desarrollo del elevador, que son el sistema de tracción.

Figura 15. Sistema de tracción implementado



6.3.5 Estructura. Es importante realizar el análisis estático de una estructura ya que así se puede determinar el comportamiento de cada uno de los elementos, comprobando así si cumplen con las condiciones de columnas o de carga axial, para elementos a compresión o a tensión respectivamente. El software Algor trabaja el método de elementos finitos lo cual nos da una muy buena aproximación a la realidad, la solución desarrollada básicamente consistió en encontrar los valores de las fuerzas que actúan sobre cada uno de los elementos para determinar las secciones transversales, estas se aproximan a las áreas que encontramos en los catálogos, de esta manera podemos realizar una elección del perfil adecuado para la aplicación.

Figura 16. Estructura a analizar con cargas y restricciones.



Esta armadura solo tiene una fuerza en dirección Z con una magnitud de 5880N

Figura 17. Factor de seguridad columnas.

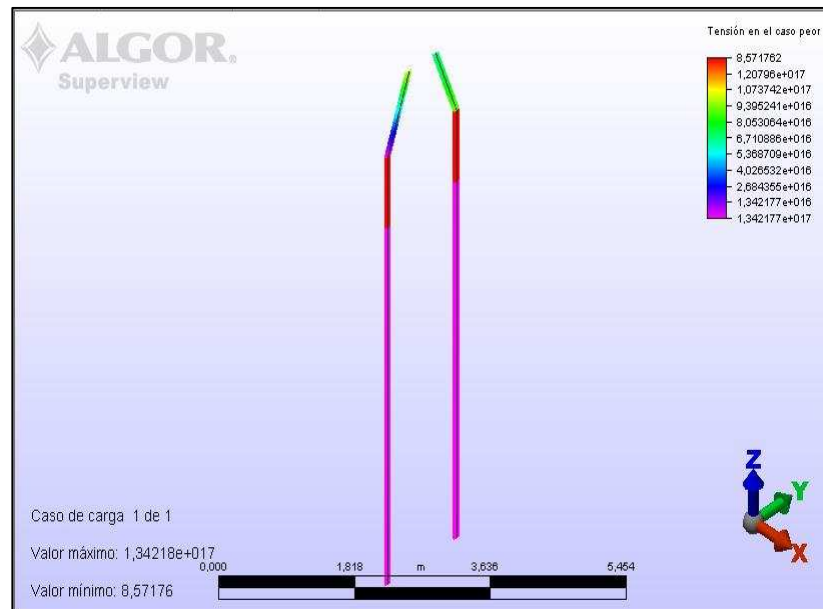


Figura 18. Momento máximo.

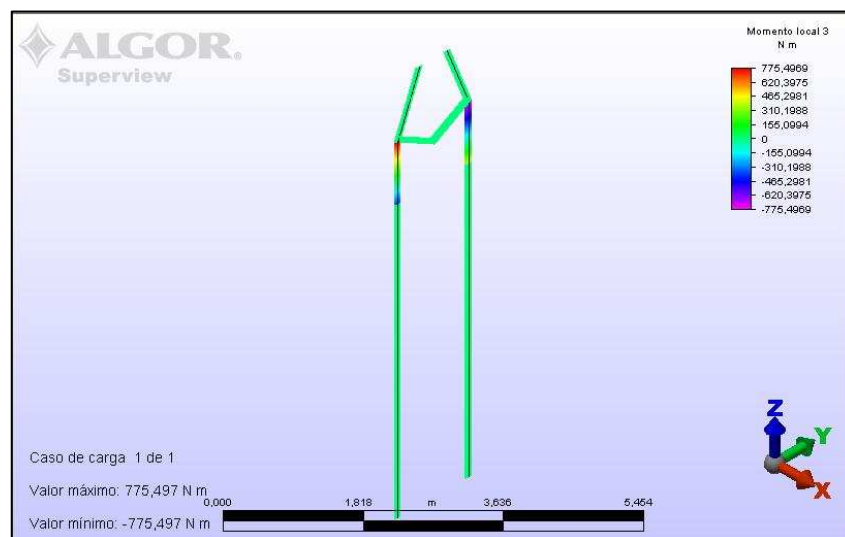


Figura 19. Factor de seguridad vigas

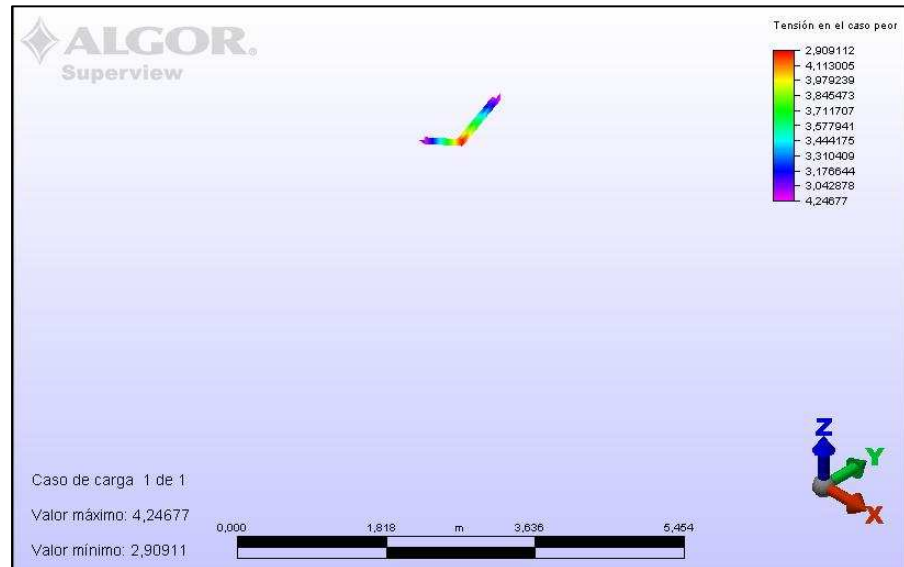
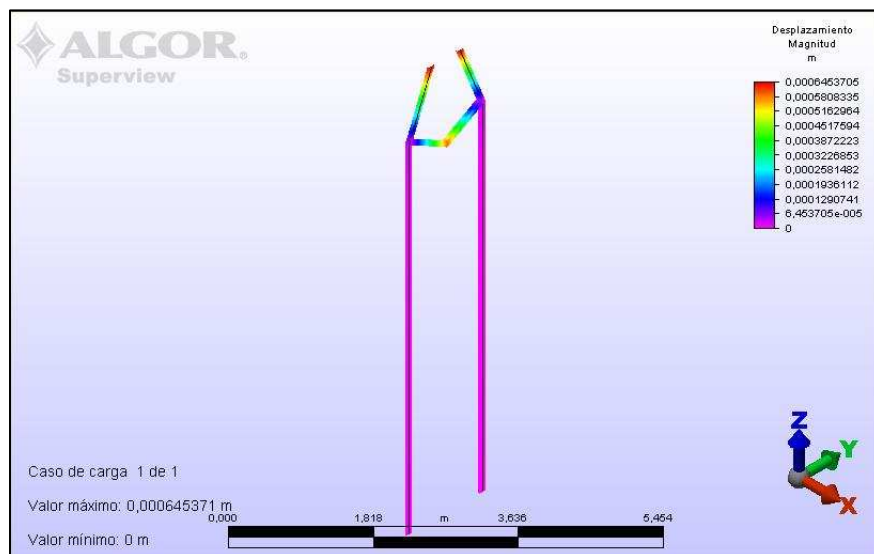


Figura 20. Desplazamientos



Después de la simulación encontramos una serie de datos los cuales fueron útiles para la escogencia de los perfiles en el material mas apropiado para la aplicación

Tabla 12. Datos columnas después de simulación

Mmax	775.4969 N m
Ymax	0.0006451588 m
σ_{\max}	$7,450 * 10^{-9} \text{ N/m}^2$
F.s	8.57

Para las barras laterales se utilizaron perfiles en C con las siguientes especificaciones

Referencia C4 X 4.5

Tabla 13. Especificación de columnas

Área (A1)	0.000890320 m^2
Registro torcional (J1)	1.340265190 m^4
Momento inercia (I2)	1.202908814 m^4
Momento inercia (I3)	1.519244703 m^4
Modulo de sección (S2)	0.000004342 m^3
Modulo de seccion (S3)	0.000029988 m^3

Para las vigas se utilizaron perfiles en L, los cuales cumplen la función de soportar la carga total del sistema que incluye peso del sistema en reposo y en el caso con carga total aplicada, definimos en el diseño una función específica a las vigas que son ofrecer rigidez como base para el motor, para de esta manera eliminar señales incidentes en el sistema como lo son la vibración que es el principal factor que influye en el desajuste de los componentes mecánicos.

Después de la simulación

Tabla 14. Datos de viga después de simulación

Mmax	$1.1336 * 10^{-10} \text{ N m}$
Zmax	$-1.6527 * 10^{-5} \text{ m}$
σ_{\max}	$-5.886 * 10^{-7} \text{ N/m}^2$
F.s	2.909

Referencia L5 X 3 - ½ X ¼

Tabla 15. Especificación de vigas

Área (A1)	0.001329029 m ²
Registro torcional (J1)	1.931313814 m ⁴
Momento inercia (I2)	19.157091363 m ⁴
Momento inercia (I3)	2.231000441 m ⁴
Modulo de sección (S2)	0.0000133371 m ³
Modulo de seccion (S3)	0.000025399 m ³

La elaboración del marco fue realizada en acero AISI 1020,

Tabla 16. Propiedades del acero AISI 1020

Densidad de masa	0.00073643 (lbf*s ² /in)/in ²
Modulo Elástico	29008000 lbf/in ²
Coeficiente de Poisson	0,29
Coeficiente de dilatación térmica	0.0000065 1/°F
Modulo elástico a cortante	11603000 lbf/in ²

6.3.6. Diseño de la cabina. Uno de los aspectos mas importantes a considerar sin lugar a dudas fue el diseño de la cabina, este es el requerimiento mas importante después del diseño del sistema de control, sabemos las dimensiones de los contenedores que serán transportados dentro de la cabina del elevador, cada contenedor tiene unas dimensiones de 40cm x 60 cm x 20cm y una carga de 6 Kg, por motivos de seguridad se decidió diseñar una cabina que tenga 2 m de altura, con la finalidad de ubicar el elevador cuando no se encuentre en uso en el 2 piso para tapar el foso, así que con esta distribución podemos alojar 20 contenedores ubicados en dos columnas de 10, contamos de esta manera con una distribución volumétrica de 9.6m³ y una carga de 120Kg, lo que es un

indicador importante ya que cada empleado puede desplazar su producido hacia el área de refrigeramiento en máximo dos desplazamientos.

Figura 21. Diseño e implementación de cabina



6.4 CONCEPTO PROGRAMA DE CONTROL PARA HARDWARE

La encuesta realizada en la etapa de investigación y generación de necesidades nos llevo a darnos cuenta que el nivel de escolaridad de los empleados de la planta en muchos casos apenas y terminaban la primaria, así que resulto un reto desarrollar el sistema de control del elevador, apoyados en estos requerimientos teniendo en cuenta estas consideraciones, realizamos un sistema de control muy fácil de asimilar y lo mas importante manipulable por casi cada tipo de persona.

Consiste en un inversor de giro compuesto por dos contactores y cuyos mandos son efectuados desde dos estaciones ubicadas en cada uno de los pisos y limitadas por dos finales de carrera ubicados en los extremos de la estructura que tienen la tarea de frenar la cabina en los extremos y evitar el desbordamiento de

la misma por distracción del operario, la implementación del control del sistema se realizó aplicando la norma ISA 5.2, la cual garantiza la aplicación de la guía gemma.

Figura 21. Distribución de elementos

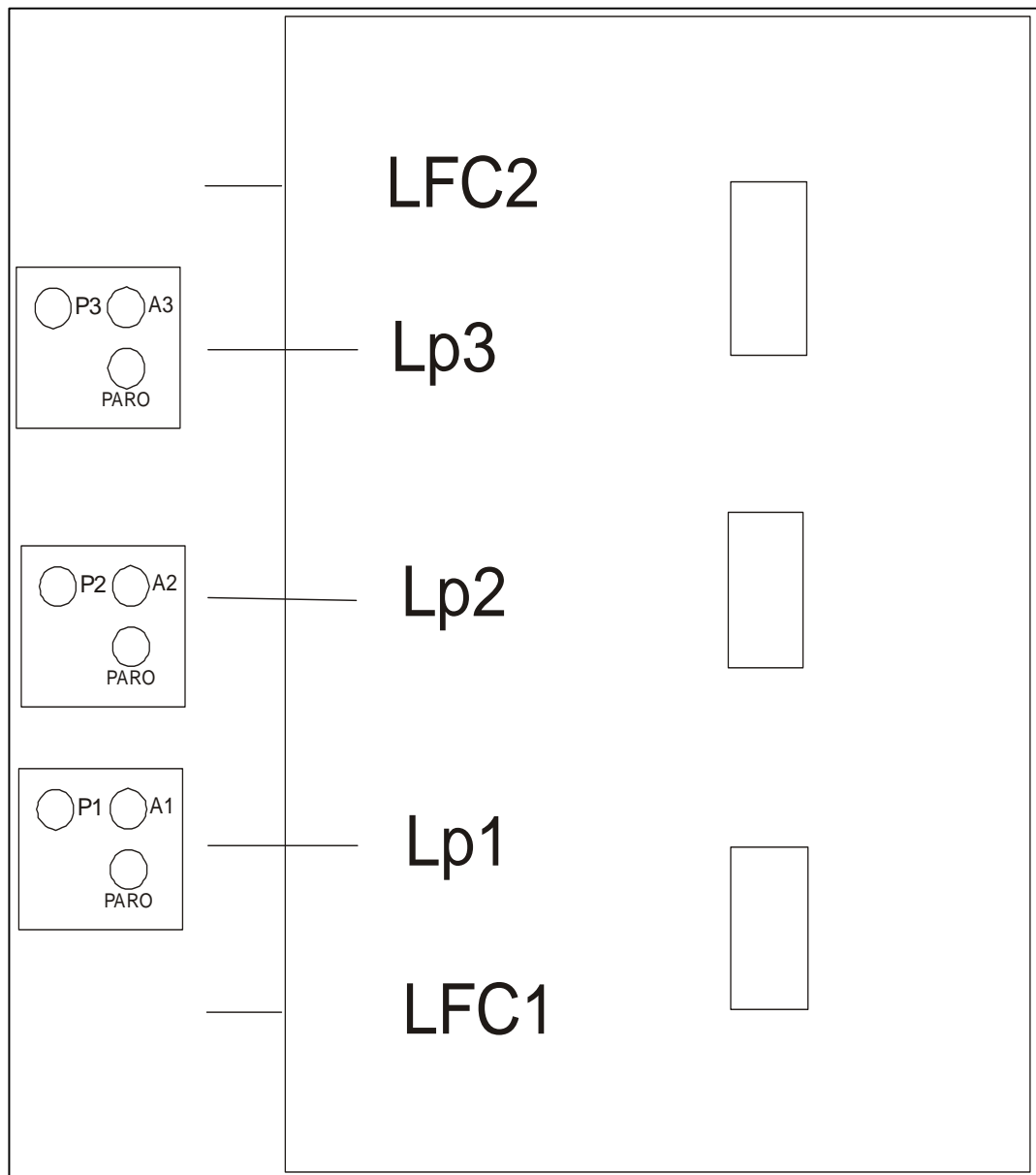


Figura 22. Diagrama de fuerza

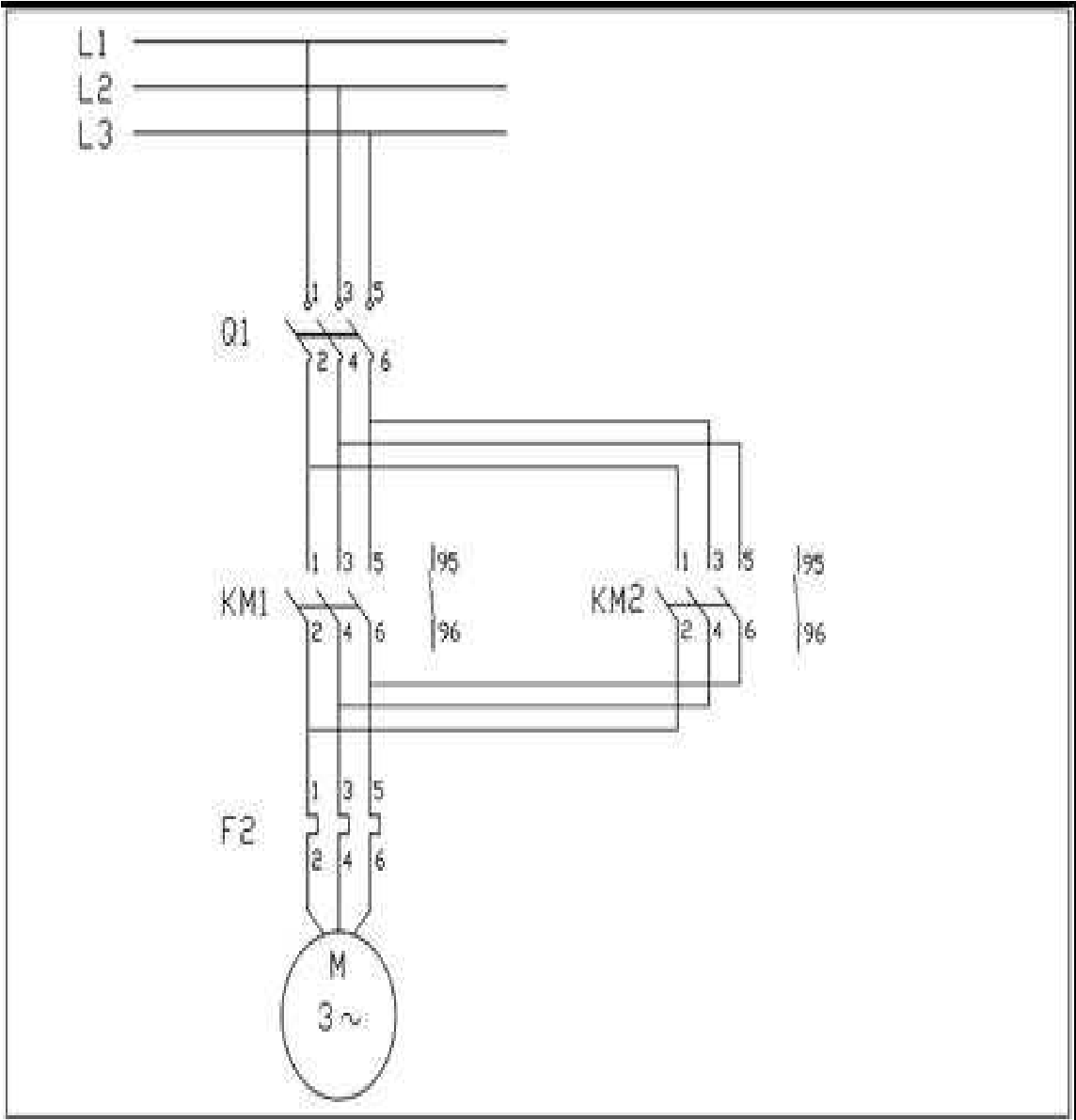


Figura 23. Diagrama de Control

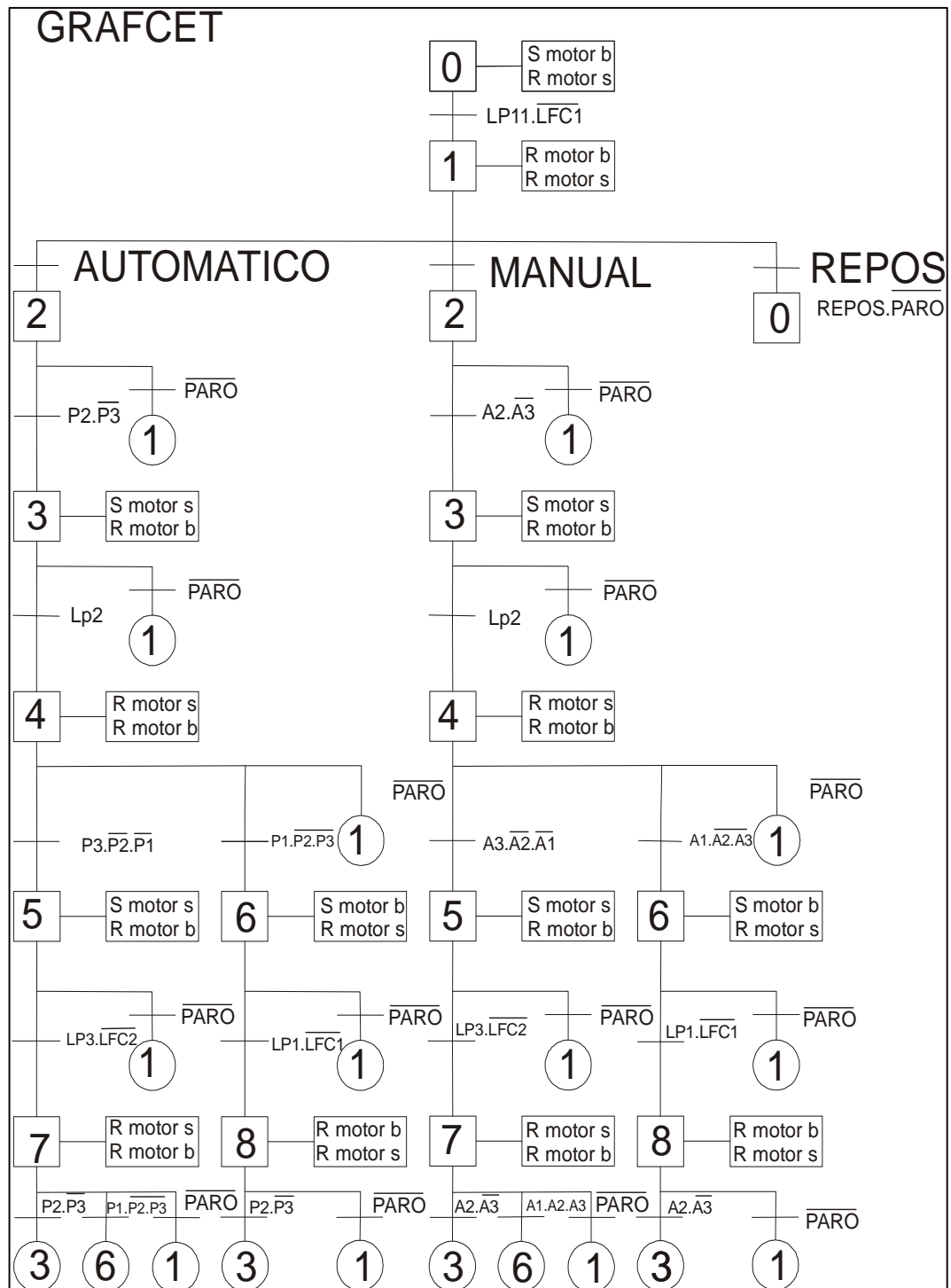
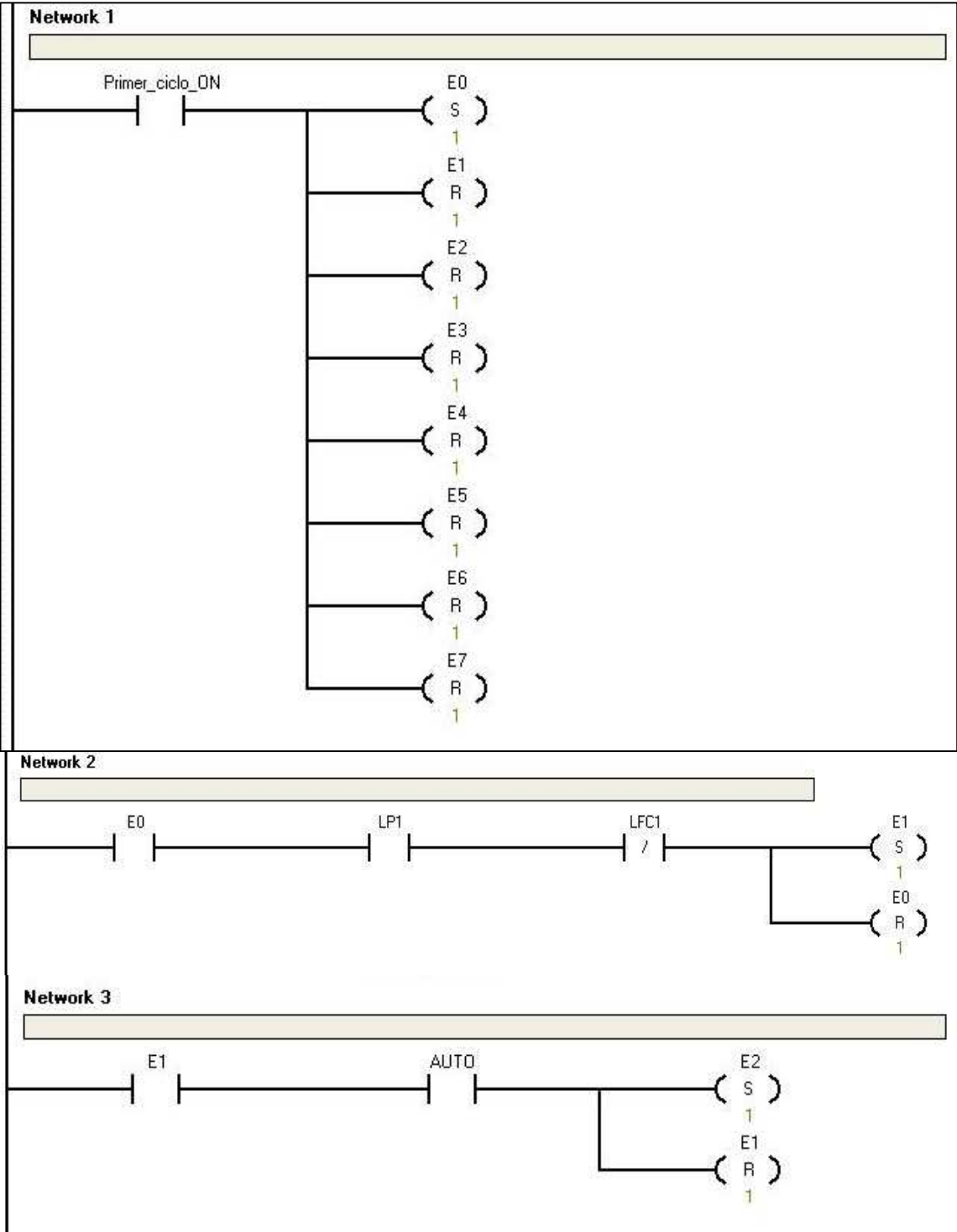
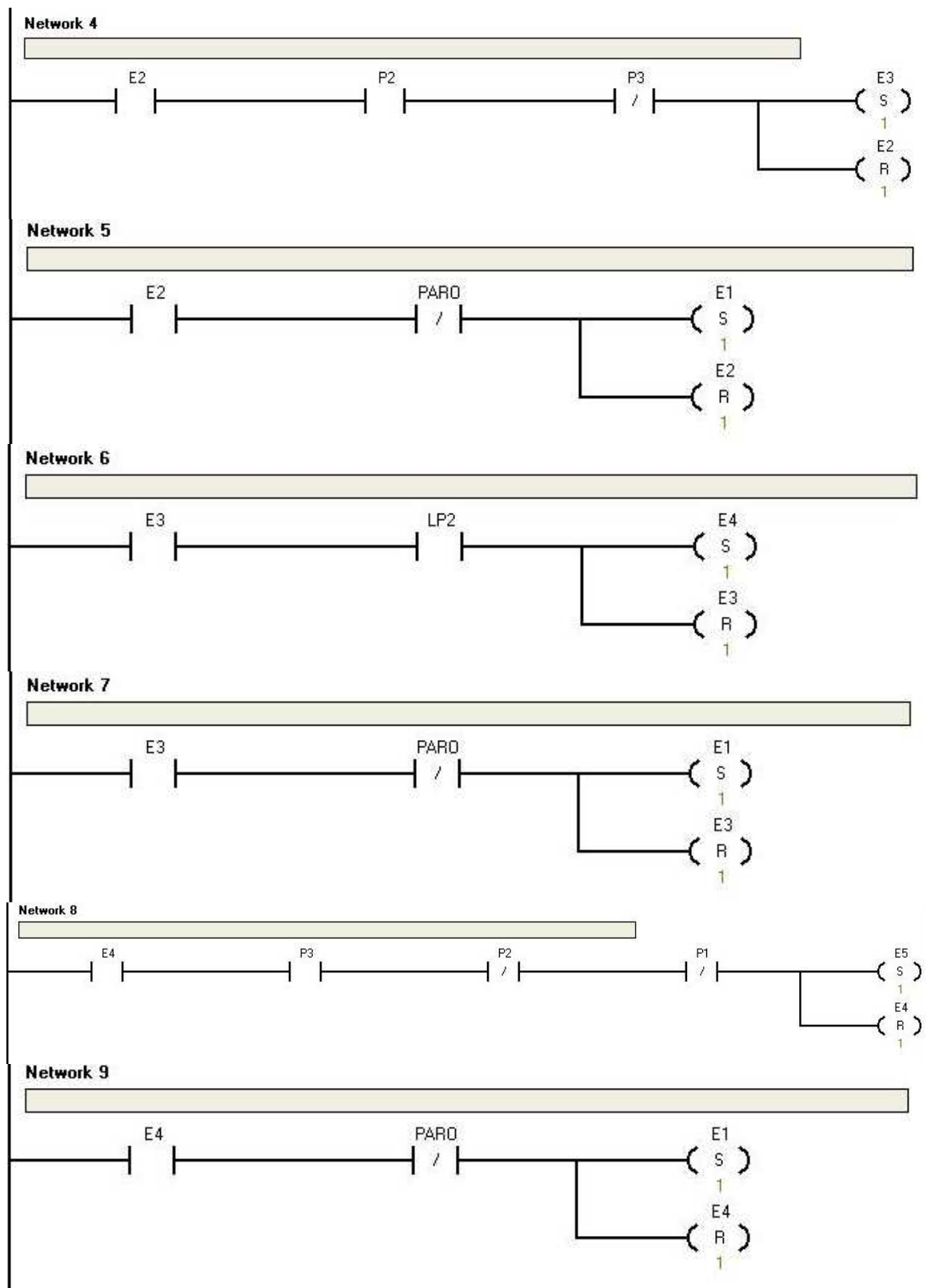
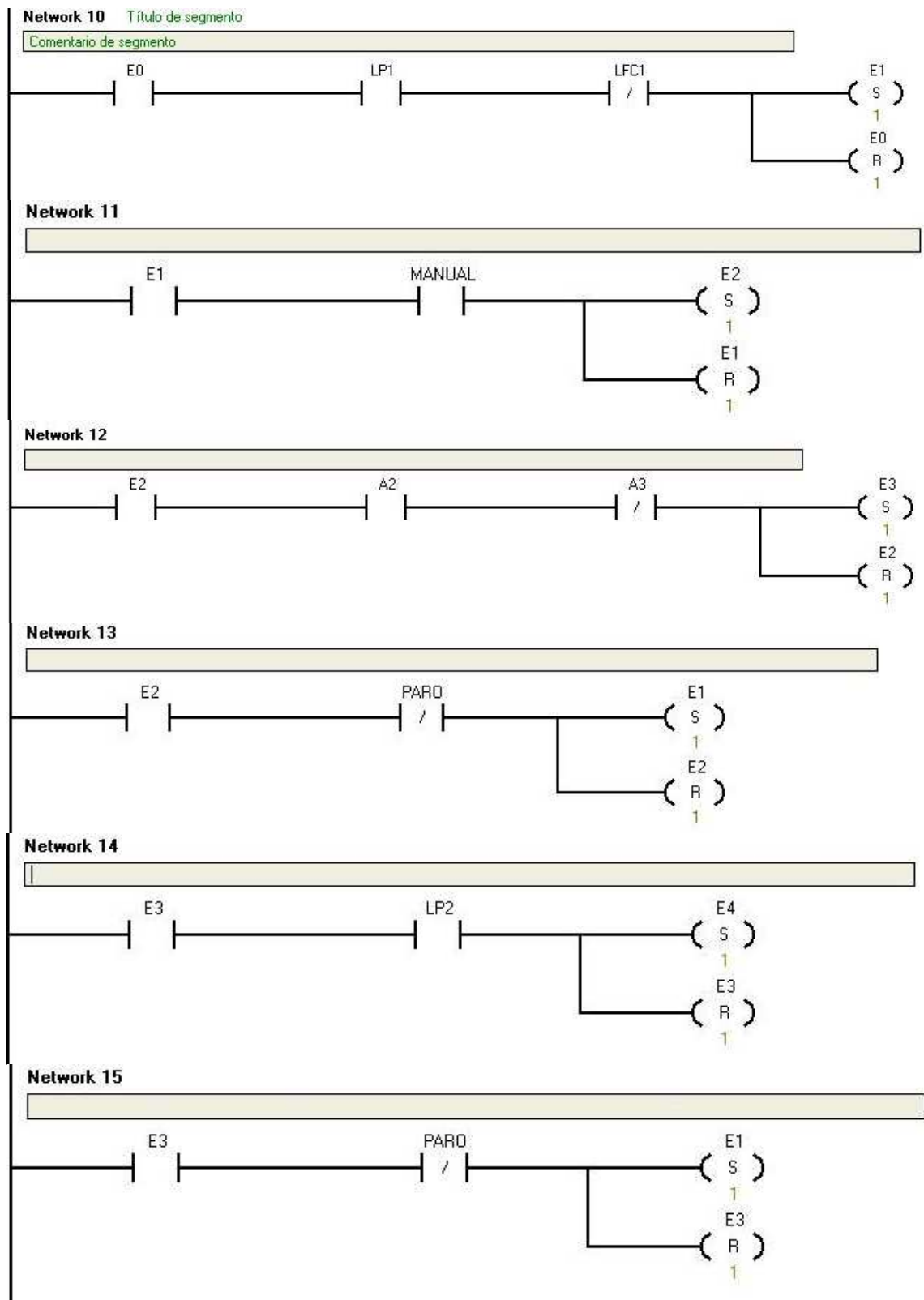


Figura 24. Diagrama de Lógico







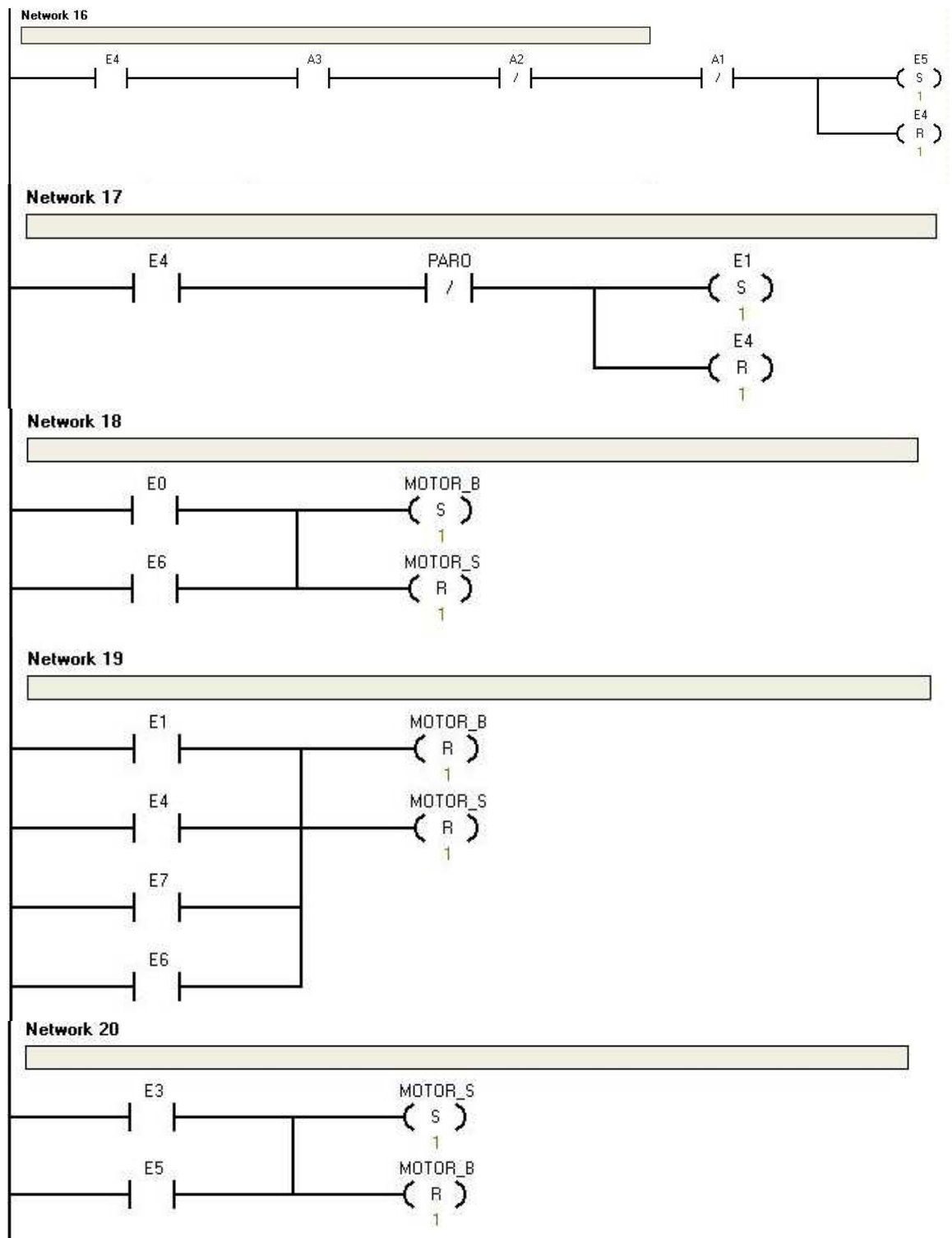




Tabla 17. Elementos

			Símbolo	Dirección	Comentario
1			P1	I0.0	PULSADOR PLANTA 1
2			P2	I0.1	PULSADOR PLANTA 2
3			P3	I0.2	PULSADOR PLANTA 3
4			A1	I0.3	PULSADOR SOSTENIDO PLANTA 1
5			A2	I0.4	PULSADOR SOSTENIDO PLANTA 2
6			A3	I0.5	PULSADOR SOSTENIDO PLANTA 3
7			PARO	I0.6	PARO EMERGENCIA
8			AUTO	I0.7	AUTOMATICO
9			MANUAL	I1.0	MANUAL
10			LP1	I1.1	LIMITE PLANTA 1
11			LP2	I1.2	LIMITE PLANTA 2
12			LP3	I1.3	LIMITE PLANTA 3
13			LFC1	I1.4	LIMITE FINAL DE CARRERA 1
14			LFC2	I1.5	LIMITE FINAL DE CARRERA 2
15			E0	M0.0	ETAPA 0
16			E1	M0.1	ETAPA 1
17			E2	M0.2	ETAPA 2
18			E3	M0.3	ETAPA 3
19			E4	M0.4	ETAPA 4
20			E5	M0.5	ETAPA 5
21			E6	M0.6	ETAPA 6
22			E7	M0.7	ETAPA 7
23			MOTOR_S	I1.6	MOTRO SUBE
24			MOTOR_B	I1.7	MOTOR BAJA

Para la realización de este circuito y la puesta en marcha de este fueron, necesarios dos contactores, dos contactos auxiliares NC, cinco finales de carrera NC, dos borneras cada una de tres botones NA, un contactor con protección térmica para la protección del motor, un selector para determinar modo de operación, un PLC.

6.4.1 Contactores: Un contactor es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Figura 25. Contactor con protección térmica



Tabla 17. Especificaciones de Contactor.

Marca	Mitsubishi S-K12
Corriente	13 Amp @ 220 Vac
Bobina	110 Vac
Contactos auxiliares	2xNO y 2Xnc

Tabla 18. Especificaciones de Contacto térmico

marca	Mitsubishi TH-K12AB
Rango:	5,2 a 8,0 Amp.
Para fijación al contactor	modelo S-K12
Botón de reset (rearme) azul.	
Botón de disparo para prueba.	
Contactos auxiliares	2xNO y 2xNC

La gran ventaja de los contactores es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento (la que circula por la bobina del electroimán) y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. Además posibilita el control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

6.4.2. Finales de carrera: La implementación de los finales de carrera en esta aplicación fueron determinantes a la hora de proteger la integridad de los trabajadores en caso de errores por distracción, un final de carrera funciona como un switch en cual es pulsado por la cabina al momento que esta llega a los limites de cada piso, trabajan como contactos NC y son básicamente la seguridad del programa lógico.

Figura 26. Finales de carrera



6.4.3. Botoneras: Las botoneras conforman lo correspondiente al sistema de mando, básicamente trabajan como contactos NC y son los encargados por medio de pulsación continua los que mandan las órdenes al sistema de tracción para que funcione el sistema, la señalización de los mismos es un factor determinante en la seguridad del sistema, ya que estos son la interfaz con el operario.

Figura 27. Botoneras



6.5 ETAPA DE ACOMPAÑAMIENTO

Durante un mes considerando el nivel educativo de los empleados, se le brinda capacitación al personal operador como al personal técnico necesario para realizar cualquier tipo de ajuste en el sistema y la explicación del principio de funcionamiento de los elementos ahora incorporados. Dentro de esta capacitación se atendieron dudas y recomendaciones que permitan mejoras posibles para finalmente obtener un rendimiento satisfactorio del sistema.

6.6 ETAPA FINAL

Al realizarse el seguimiento al sistema y luego de lograr realizar los últimos ajustes, se realiza un protocolo de entrega junto con el asesor de la empresa, el gerente y el personal de trabajo de la empresa donde cada uno puede dar testimonio de la funcionalidad del sistema y donde se genere sentido de orgullo y

pertenencia por las mejoras de condiciones en su área laboral, de esta forma finalizando el proyecto.

7 CONCLUSIONES

La interpretación acertada de las necesidades del cliente es la forma más segura de abordar la problemática con éxito.

El apoyo a las pequeñas empresas es un mercado que se encuentra aun sin explotar, solo es cuestión de culturizar y de concientizar a los pequeños empresarios para que se decidan a reestructurar plantas y optimizar procesos con el fin de aumentar la productividad.

La implementación del método de diseño resulta ser una herramienta poderosa a la hora de planear y ejecutar oportunidades de mercado.

La utilización de la arquitectura modular son excelentes formas de diseño, permiten realizar más fácil mantenimiento, cambios o futuras modificaciones.

Durante el desarrollo del proyecto, emplearon muchos conceptos aprendidos durante el programa de ingeniería Mecatronica, entendiendo su campo de acción y su aplicabilidad.

BIBLIOGRAFIA

BEER, Ferdinand y RUSEEL, E. Mecánica vectorial para ingenieros: Estática. 6 ed. Madrid: McGraw-Hill, 1997. 539 p

Catálogos de productos [en línea]. USA: Elevador Telecab, 2008. [Consultado en abril 2007]. Disponible en Internet: <http://www.savaria.com.ar/telecab-residential-elevator.htm>

Catálogos de productos [en línea]. Colombia: Guayas y cables de acero , 2006. [Consultado en abril 2007]. Disponible en Internet: <http://www.agcontinental.com>

Catálogos de productos [en línea]. Mexico: Montacargas lennon, 2007. [Consultado en enero 2008]. Disponible en Internet: <http://www.lennon.com.mx/montacargas.htm>

Catálogos de productos [en línea]. España: Elevador Didactor, 2008. [Consultado en enero 2008]. Disponible en Internet: http://www.dictator.de/uploads/tx_rfdownloadsdivers/Elevador_DICTATOR_DHM_300.pdf

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Normas para la construccion de sistemas digitales de monitoreo y control. 2 ed.. Ginebra: IEC Programmable controllers, 2004. 103 p. IEC 61131-1

MOTT, Robert L. Resistencia De Materiales Aplicada. 3 ed. México: Prentice Hall, 1999. 656 p.

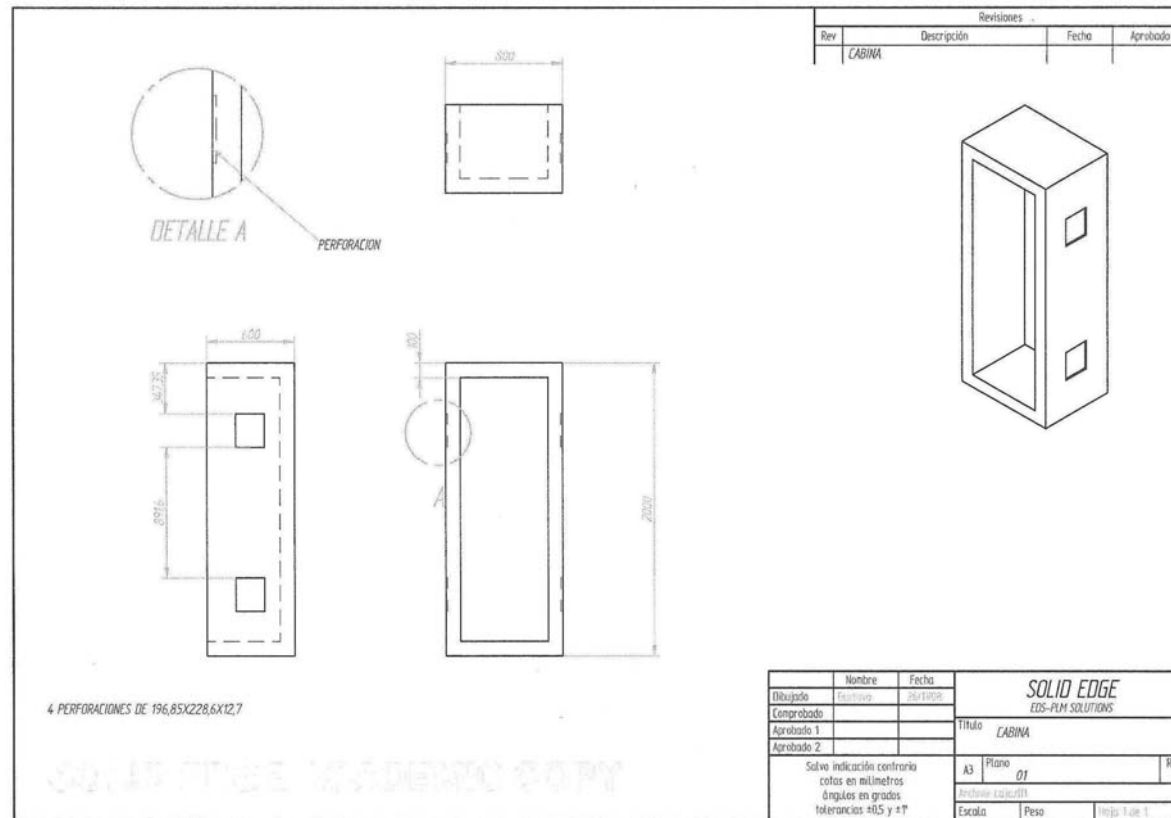
SETTING THE STANDARS FOR AUTOMATION. Normas para la estandarizacion en diagramas de control: Binary Logic Diagrams for Process Operations. 2 ed. Pittsburg: ISA. 1976. 45 p. ISA-S 5.2

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. Reglas para la inspeccion y construccion de elevadores y escaleras mecanicas: Estandar Elevator - Part 1: General information. EE.UU: ASME, 2006. 53 p. ASME A17.1

SEARS, Francis W y ZEMANSKY, Mark W. Física: 3 ed. México: Aguilar, 1996. 1008 p.

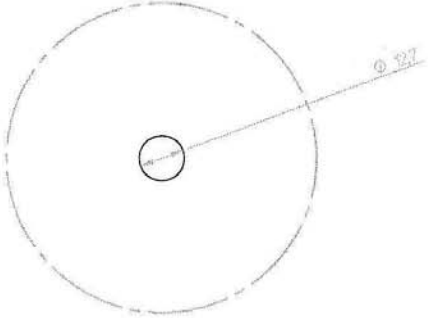
ANEXOS

Anexo A. Plano cabina

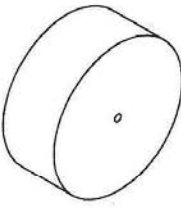


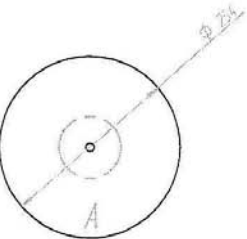
Anexo B. Plano rodillo

Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
1	RODILLO		




DETALLE A



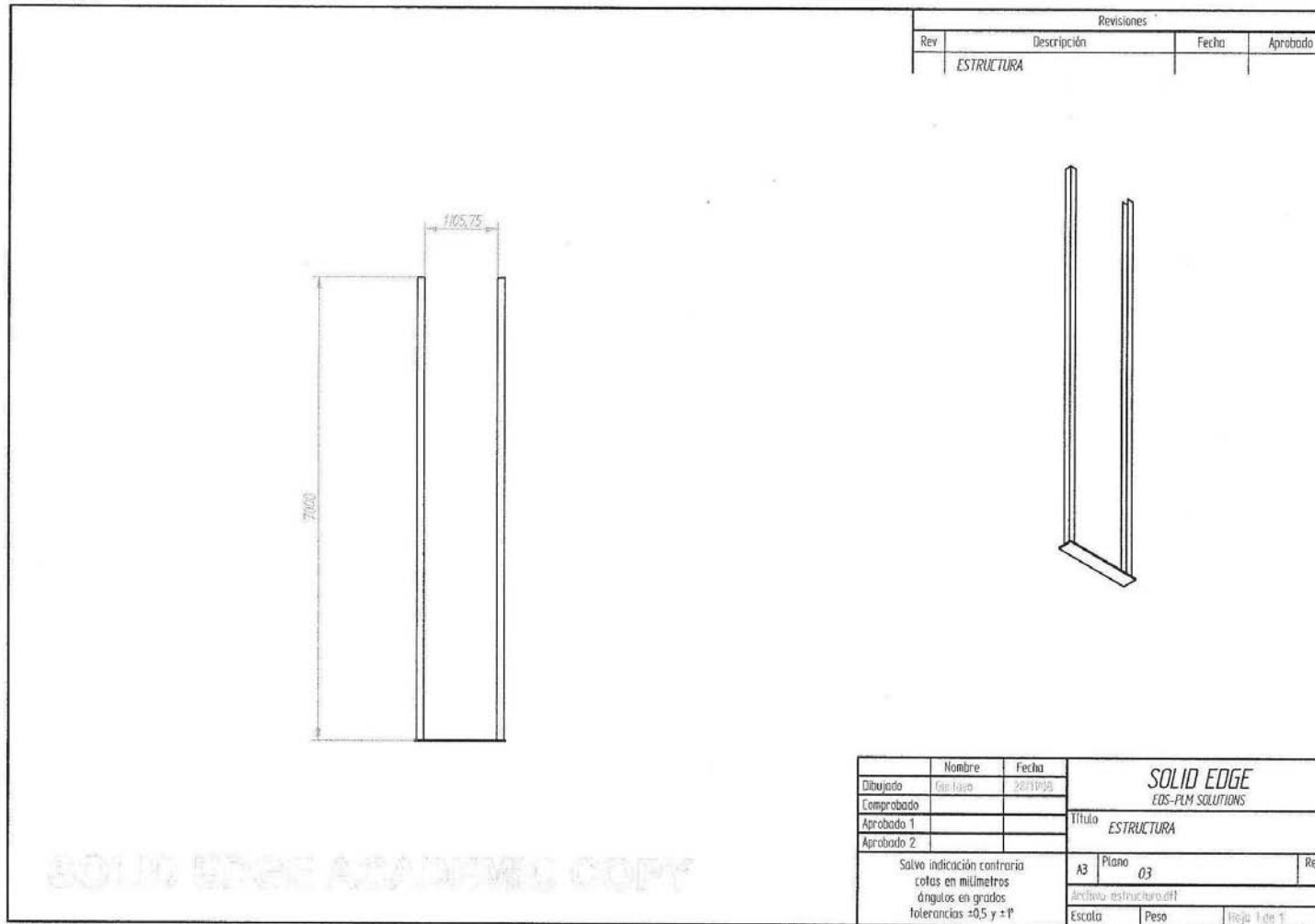


A



Dibujado	Nombre	Fecha	SOLID EDGE <small>EOS-PLM SOLUTIONS</small>	
Comprobado	Fecha	28/11/26	Título RODILLO	
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ± 0.5 y $\pm 1^\circ$			A3 Plano 05	Rev
			Archivo: rodillo.dwg	
			Escuela	Peso
			Hoja 1 de 1	

Anexo C. Plano estructura



Anexo D. Plano placa soporte

